



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PERENCANAAN TIMBUNAN PADA JALAN TOL  
NGAWI – KERTOSONO PAKET 2 STA 110+250 –  
STA 118+700**

FAUZAN UMAR FARUQ  
NRP. 03111240000105

Dosen Pembimbing  
Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc., PhD.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



**TUGAS AKHIR - RC14-1501**

**PERENCANAAN TIMBUNAN PADA JALAN TOL NGAWI -  
KERTOSONO PAKET 2 STA 110+250 - STA 118+700**

FAUZAN UMAR FARUQ  
NRP 03111240000105

Dosen Pembimbing  
Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



**FINAL PROJECT - RC14-1501**

**DESIGN OF EMBANKMENT IN TOLL ROAD NGAWI -  
KERTOSONO PACKAGE 2 STA 110+250 - STA 118+700**

**FAUZAN UMAR FARUQ**  
NRP 03111240000105

Advisor  
Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Fakulty of Civil, Environmental and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

**PERENCANAAN TIMBUNAN PADA JALAN TOL NGAWI  
- KERTOSONO PAKET 2 STA 110+250 - STA 118+700**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Studi S-1 Reguler Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FAUZAN UMAR FARUQ**

NRP. 03111240000105

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Suwarno, M.Eng

2. Prof. Ir. Indrasurya B. Wicakitar, MSc., PhD

.....(Pembimbing I)

.....(Pembimbing II)



**SURABAYA**

**Juli, 2018**



# **PERENCANAAN TIMBUNAN PADA JALAN TOL NGAWI – KERTOSONO PAKET 2 STA 110+250 – STA 118+700**

**Nama Mahasiswa : Fauzan Umar Faruq**  
**NRP : 03111240000105**  
**Departemen : Teknik Sipil**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Suwarno, M.Eng**  
**Prof. Ir. Indrasurya B.M, MSc., PhD.**

## **ABSTRAK**

*Proyek Pembangunan Jalan Tol Ngawi – Kertosono yang berlokasi di Provinsi Jawa Timur, dibangun dengan total panjang 87.02 km. Dalam perencanaan ini hanya 8km. Dalam proyek ini direncanakan tinggi timbunan yang berbeda-beda, dari 1 meter hingga 7 meter. Oleh karena itu, diperlukan pembentukan timbunan agar pembangunan jalan tol tersebut memiliki elevasi yang sesuai dengan elevasi rencana. Penyesuaian yang dapat dilakukan berupa penimbunan (fill), karena bukan daerah perbukitan yang perlu adanya pemotongan (cut).*

*Kondisi tanah dasar pada lokasi proyek merupakan tanah lunak. Dengan mayoritas sedalam 13 m. hanya sepanjang 1 km yang tanah mampu mampatnya di atas 13 meter. Kondisi seperti itu masalah yang akan muncul adalah pemampatan tanah yang relatif besar dan lama; sekaligus daya dukung tanah yang relatif kecil, sehingga memerlukan suatu metode perbaikan tanah dasar yang dapat mengatasi permasalahan besar dan lamanya pemampatan. Metode perbaikan tanah yang akan digunakan dalam perencanaan ini*

*adalah metode preloading konvensional dan vacuum preloading. Dari kedua metode itu juga akan dibantu dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD), efektif untuk mempercepat pemampatan dengan cara mengalirkan air keluar. Sedangkan untuk masalah daya dukung tanah, dapat diatasi dengan perkuatan yang diberikan pada timbunan jalan tol. Perkuatan-perkuatan yang dapat dilakukan adalah penggunaan geotextile dan cerucuk sebagai upaya menahan timbunan agar tidak longsor.*

*Pemilihan metode dari dua perbaikan tanah yaitu preloading konvensional dan vacuum preloading; dan dua perkuatan timbunan yaitu geotextile dan cerucuk yang tepat perlu segera dilakukan guna kelancaran pembangunan Jalan Tol Ngawi – Kertosono dapat dioperasikan. Pemilihan perencanaan tersebut dipilih yang paling murah dari segi biaya material yang dibutuhkan.*

*Kedalaman PVD yang diperlukan bervariasi, terpendek 5m dan terpanjang 9m. Dengan variasi jarak 0,75m dan 1m. Perkuatan timbunan hanya menggunakan geotextile, tidak ada yang menggunakan cerucuk.*

*Total pengeluaran yang dibutuhkan sebesar Rp 80.479.284.284,51 rupiah untuk sepanjang 8,5 km. sekitar 9,5M per km.*

***Kata kunci: jalan tol, timbunan, preloading, vacuum preloading, geotextile, cerucuk***

**DESIGN OF EMBANKMENT IN TOLL ROAD  
NGAWI – KERTOSONO PACKAGE 2 STA 110+250  
– STA 118+700**

**Student Name** : Fauzan Umar Faruq  
**NRP** : 03111240000105  
**Department** : Civil Engineering  
**Advisor** : Ir. Suwarno, M.Eng  
Prof. Ir. Indrasurya B.M, MSc., PhD.

**ABSTRAK**

*Ngawi – Kertosono Toll Road Project, located in East Java Province, built with total length 87,02 km. In this project, only 8km planned, with different height of embankment, from 1 meter to 7 meters. Therefore, it is necessary to establish an embankment so that the construction of the toll road will have an elevation that appropriate to the plan elevation. Adjustments that can be made is fill, because it is not a hilly area that needs cutting.*

*Soil conditions at the project site are soft soil. With the majority as deep as 13 m. Only 1 km long, the soil is able to compress is above 13 meters. Such a condition that will arise is a relatively large and long compression of land; as well as relatively small soil carrying capacity, so it requires a method of soil improvement that can overcome the problems and duration of compression. The soil improvement method that will be used in this planning is conventional preloading method and vacuum preloading. Of the two methods will also be assisted with Prefabricated Vertical Drain (PVD), effective to accelerate compression by flowing water out. As for the*

*problem of soil bearing capacity, can be overcome by the strengthening that is given to the embankment of toll roads. Reinforcement that can be done is the use of geotextile and micropile as an effort to hold the pile to avoid landslides.*

*There is 2 method of soil improvement, conventional preloading and vacuum preloading. Calculate the cheapest method from material cost that needed.*

*The required depth of PVD is varies, the shortest is 5 m and longest is 9m. with varian of distance is 0,75 and 1 m. The reinforcement for embankment only using geotextile, not using micropile.*

*Total cost that needed is Rp 80.479.284.284,51 rupiah, around 9,5M per km.*

***Keywords: Toll Road, Embankment, Preloading, Vacuum Preloading, Geotextile, Micropile***



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Timbunan pada Jalan Tol Ngawi – Kertosono Paket 2 STA 110+250 – STA 118+700” dapat tersusun hingga selesai. Tidak lupa saya juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Pak Ir. Suwarno, M.Eng dan Pak Prof. Indrasurya B. M., Ir., MSc., PhD. selaku dosen pembimbing saya, yang telah membimbing saya dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Teman-teman mahasiswa dan alumni jurusan Teknik Sipil angkatan 2012 yang telah mendukung saya dalam penulisan Tugas Akhir ini.

atas bantuan dari pihak yang telah berkontribusi dengan memberikan sumbangan baik materi maupun pikirannya.

Dan harapan saya semoga makalah ini dapat menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca. Untuk kedepannya dapat memperbaiki bentuk maupun menambah isi makalah agar menjadi lebih baik lagi.

Karena keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman, saya yakin masih banyak kekurangan dalam makalah ini. Oleh karena itu saya sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan makalah ini.

Surabaya, Juli 2018

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Permasalahan Pembangunan Konstruksi di Atas Tanah Lunak .....	5
2.2 Pemampatan .....	8
2.2.1 Vacuum Gauge.....	9
2.2.2 Pemampatan Beban Satu Tahap.....	9
2.2.3 Pemampatan Akibat Beban Bertahap.....	11
2.3 Peningkatan Kekuatan Tanah Dasar Akibat Beban Luar .....	14
2.4 Cara Menentukan Tinggi Timbunan Awal dan Waktu Preloading.....	15
2.4.1 Tinggi Timbunan Awal .....	15
2.4.2 Kecepatan Waktu Konsolidasi .....	15
2.5 Perhitungan Stabilitas Timbunan .....	16
2.5.1 Perhitungan dengan Rumus.....	16
2.5.2 Perhitungan dengan Software.....	17
2.6 Metode Percepatan Pemampatan Tanah dengan <i>Vertical</i> <i>Drain</i> .....	17
2.7 Daya Dukung Tanah .....	20
2.8 Metode Perkuatan Tanah dengan <i>Geotextile</i> .....	21

2.8.1 Perencanaan Timbunan dengan perkuatan <i>Geotextile</i> .....	21
2.8.2 <i>Overall Stability</i> .....	21
2.9 Metode Perkuatan Tanah Dengan Cerucuk.....	24
2.10 Tekanan Tanah Lateral.....	28
2.10.1 Tekanan Lateral Aktif .....	29
2.10.2 Tekanan Lateral Pasif.....	30
 BAB III METODOLOGI.....	 31
3.1 Bagan Alir .....	31
3.2 Studi Literatur .....	32
3.3 Pengumpulan Data .....	33
3.4 Analisa Data Tanah .....	33
3.5 Perhitungan Perbaikan Tanah Dasar .....	33
3.6 Perhitungan Perkuatan Lereng .....	34
3.7 Perhitungan Biaya <i>Construction Cost</i> .....	34
 BAB IV DATA DAN ANALISA .....	 33
4.1 Data Tanah .....	33
4.1.1 Data Tanah Dasar .....	34
4.1.2 Pembagian Zona.....	35
4.2 Data Timbunan.....	37
4.3 Data <i>Geotextile</i> .....	37
4.4 Data Cerucuk.....	37
4.5 Data <i>Vertical Drain</i> .....	37
 BAB V PERENCANAAN DAN PEMILIHAN ALTERNATIF. ....	 39
5.1 Penentuan Data Tanah yang Digunakan .....	39
5.2 Perhitungan Preloading Konvensional.....	39
5.2.1 Perencanaan $S_c$ dan $H$ initial Zona 3 .....	39
5.2.2 Perhitungan Pemampatan dengan Rencana $H=7,3m$ .....	43
5.2.3 Perencanaan Perbaikan Tanah dengan PVD .....	45
5.2.4 Alternatif Perencanaan Perkuatan <i>Geotextile</i> .....	52
5.2.5 Alternatif Perkuatan Micropile/cerucuk.....	58
5.3 Metode Vacuum Preloading.....	60
5.3.1 Perencanaan $S_c$ dan $H$ initial.....	60
5.3.2 Perhitungan pemampatan dengan rencana $H=7,3m$ .....	64
5.3.3 Perencanaan Perbaikan Tanah dengan PVD .....	66

5.3.4 Alternatif Perencanaan Perkuatan <i>Geotextile</i> .....	72
5.4 Perbandingan Preloading Konvensional dengan Vacuum Preloading.....	78
5.4.1 Rekap Perencanaan dari STA 110+250 – STA 118+700....	80
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	85
6.1 Kesimpulan .....	85
6.2 Saran.....	86
 DAFTAR PUSTAKA .....	87
LAMPIRAN	
BIOGRAFI.....	89

## DAFTAR GAMBAR

1.1 Peta Jalan Tol Trans Jawa pada Juni 2015 .....	1
1.2 Lokasi Perencanaan Proyek Jalan Tol Ngawi- Kertosono .....	2
1.3 Ilustrasi <i>Vacuum Preloading</i> .....	3
2.1 Grafik korelasi sondir .....	5
2.2 Ilustrasi Penimbunan Bertahap .....	11
2.3 Diagram Tegangan untuk Penimbunan Bertahap .....	11
2.4 Contoh Grafik Settlement akibat timbunan bertahap .....	13
2.5 Visualisasi dan Notasi $\Delta P$ .....	15
2.6 Pola susunan PVD bujur sangkar .....	18
2.7 Pola susunan PVD segitiga .....	18
2.8 Equivalen diameter (dw) untuk PVD .....	19
2.9 Model kelongsoran untuk Overall stability .....	21
2.10 Gaya-gaya yang bekerja untuk Overall stability .....	22
2.11 Asumsi gaya yang diterima cerucuk .....	24
2.12 Nilai f untuk berbagai jenis tanah .....	25
2.13 Grafik untuk mencari nilai $F_m$ .....	28
3.1 Diagram alir tugas akhir .....	32
4.1 Stratigrafi .....	36
4.2 Data jalan .....	37
5.1 Grafik penentuan $H_{awal}$ dan SC .....	43
5.2 Grafik Hubungan Derajat Konsolidasi (U) dengan Waktu Timbunan dengan PVD .....	51
5.3 Hasil program bantu geostudio konvensional preloading .....	56
5.4 Grafik penentuan $H_{awal}$ dan SC Vacuum preloading .....	64
5.5 Grafik Hubungan Derajat Konsolidasi (U) dengan Waktu Timbunan dengan PVD perhitungan vacuum preloading .....	71
5.6 Hasil program bantu Geostudio vacuum preloading .....	76

## DAFTAR TABEL

2.1 Korelasi N-SPT dan Konsistensi Tanah.....	6
2.2 Angka Keamanan untuk Menghitung $T_{allow}$ .....	23
2.3 Formula untuk Peningkatan Ketahanan Lateral dari Cerucuk	27
4.1 Lokasi Titik Sample .....	33
4.2 Parameter Tanah Dasar Sondir 19.....	35
5.1 Hasil Perhitungan $H_{initial}$ Zona A.....	42
5.2 Rekap $H$ inisial dan $S_c$ tiap $H$ final zona 3 .....	43
5.3 Perhitungan pemampatan dengan rencana $h_{final} = 7,3m$ .....	44
5.4 Perbandingan Kedalaman PVD dalam <i>Rate of Settlement</i> .....	47
5.5 $C_v$ gabungan sepanjang PVD.....	48
5.6 Derajat konsolidasi PVD pola segitiga jarak 1m.....	52
5.7 Perubahan Tegangan Efektif Tanah Akibat Penimbunan .....	53
5.8 Hasil Perhitungan Peningkatan Nilai $C_u$ .....	53
5.9 Hasil Geostudio .....	54
5.10 Perhitungan kebutuhan geotextile .....	57
5.11 Rekap kebutuhan geotextile .....	58
5.12 Panjang geotextile yang dibutuhkan .....	58
5.13 Rekap kebutuhan cerucuk .....	59
5.14 Hasil perhitungan $h$ zona 3 dengan vacuum.....	63
5.15 Perhitungan pemampatan metode vacuum dengan rencana $h_{final}=7,3 m$ .....	65
5.16 Perbandingan Kedalaman PVD dalam <i>Rate of Settlement</i> <i>vacuum preloading</i> .....	67
5.17 $C_v$ gabungan sepanjang PVD vacuum preloading .....	68
5.18 Derajat konsolidasi PVD pola segitiga jarak 1m pada vacuum preloading.....	72
5.19 Perubahan Tegangan Efektif Tanah Akibat Penimbunan Vacuum preloading .....	73
5.20 Hasil Perhitungan Peningkatan Nilai $C_u$ Vacuum Preloading.....	74
5.21 Hasil Geostudio vacuum preloading .....	74
5.22 Perhitungan kebutuhan geotextile vacuum preloading .....	78
5.23 Rekap kebutuhan geotextile vacuum preloading.....	78
5.24 Panjang geotextile yang dibutuhkan .....	78

5.25 Kebutuhan material vacuum preloading .....	79
5.26 Kebutuhan material preloading konvensional.....	79
5.27 Rekap perencanaan STA 110+250-STA 118+700.....	80



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

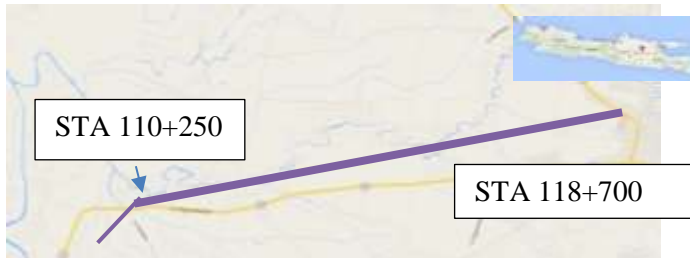
Jalan Tol Trans Jawa merupakan jaringan jalan tol yang menghubungkan dua kota terbesar di Indonesia, Jakarta dan Surabaya. Jalan Tol yang sepanjang  $\pm 1.000$  kilometer tersebut melanjutkan jalan-jalan tol, seperti Tol Cikampek, Cirebon, Semarang, dan Surabaya. Jalan Tol Trans Jawa dibangun dengan tujuan untuk meningkatkan aksesibilitas dan kapasitas jaringan jalan dalam melayani lalu lintas di Jawa; meningkatkan produktifitas melalui pengurangan biaya distribusi, dan menyediakan akses ke pasar regional maupun internasional; merupakan salah satu target MP3EI (Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia). Jalan Tol Ngawi-Kertosono merupakan bagian dari rencana Jalan Tol Trans Jawa, yang akan menghubungkan dua jalan tol lainnya, Jalan Tol Solo-Ngawi dan Jalan Tol Kertosono-Mojokerto (**Gambar 1.1**).



**Gambar 1.1** Peta Jalan Tol Trans Jawa pada Juni 2015

Jalan Tol Ngawi-Kertosono yang dibangun dengan total panjang 87.02 kilometer. Proyek ini ditargetkan dapat diselesaikan dalam jangka waktu 2 tahun dan beroperasi pada tahun 2017, hanya saja kondisi tanah dasar di lokasi merupakan tanah lunak. Dengan kondisi seperti itu masalah yang akan muncul adalah pemampatan yang besar dan daya

dukung kecil. **Gambar 1.2** adalah lokasi proyek pembangunan Jalan Tol Ngawi-Kertosono.



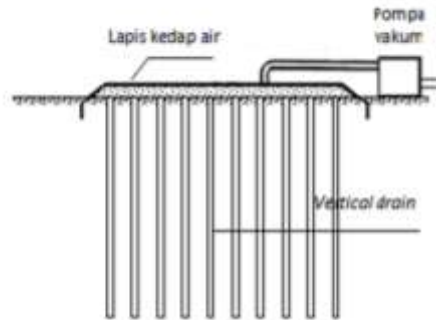
**Gambar 1.2** Lokasi Perencanaan Proyek Jalan Tol Ngawi-Kertosono

Dilihat dari kondisi tanah dasar yang lunak tersebut adalah sangat tidak menguntungkan apabila didirikan suatu bangunan di atasnya, karena daya dukung relatif kecil dan bangunan dapat mengalami kerusakan akibat pemampatan tanah dasar di bawahnya. Oleh sebab itu, perencanaan jalan ini memerlukan suatu metode perbaikan tanah yang mampu untuk menghilangkan pemampatan dan meningkatkan daya dukung pada tanah dasar. Metode perbaikan tanah yang akan digunakan dalam perencanaan ini adalah *preloading konvensional* dengan *prefabricated vertical drain* dan *vacuum preloading*. Metode perkuatan timbunan yang akan digunakan adalah *geotextile* dan cerucuk.

Prefabricated Vertical Drain (PVD) terbuat dari bahan geosintesis yang sudah cukup dikenal di Indonesia. PVD sangat efektif untuk mempercepat konsolidasi dari tanah mampu mampat. Cara kerjanya adalah mengalirkan air keluar dengan cepat dari dalam tanah. Namun PVD memerlukan adanya beban awal (*preloading*) berupa tanah timbunan yang relatif tinggi.

*Vacuum Preloading* (**Gambar 1.3**) juga dapat mempercepat konsolidasi tanah dasar. cara kerjanya dengan meletakkan lembaran material kedap air di permukaan

tanah dan menyedot air dan udara di sisi dalam lembaran kedap air ini dengan menggunakan pompa vakum. Metode ini semakin banyak digunakan dan dikembangkan di berbagai negara namun masih sedikit penggunaannya di Indonesia.



**Gambar 1.3** Ilustrasi *vacuum preloading*

Perkuatan timbunan akan ada dua perencanaan, geotextile dan cerucuk. Geotextile berupa lembaran geosintesis yang ikut ditimbun, yang mempunyai kuat tarik sehingga timbunan tidak longsor. Sedangkan cerucuk ditanam di bawah timbunan sampai kedalaman tertentu sehingga menahan gaya longsor di timbunan.

Dalam tugas akhir ini direncanakan dua metode perbaikan tanah yaitu *preloading* konvensional yang dikombinasi PVD dan *vacuum preloading*. Adapun dua metode perkuatan timbunan yaitu *geotextile* dan cerucuk. Dari metode-metode tersebut dipilih biaya material termurah.

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi tanah dasar?

2. Berapa  $H_{initial}$  yang diperlukan untuk mendapatkan tinggi timbunan yang direncanakan dari metode *preloading* konvensional?
3. Bagaimana perencanaan kedalaman dan penempatan PVD yang efektif?
4. Bagaimana perencanaan perbaikan tanah dengan metode *vacuum preloading*?
5. Bagaimana perencanaan penggunaan *geotextile* dan cerucuk?
6. Perkuatan timbunan dan perbaikan tanah dasar manakah yang mempunyai *construction cost* paling murah?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder
2. Tidak membahas perhitungan geometri dan perkerasan jalan.
3. Tidak merencanakan drainase jalan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah merencanakan metode perbaikan tanah dan perkuatan timbunan agar mampu menerima beban sehingga tidak terjadi kelongSORan dan perbedaan penurunan yang dapat menyebabkan kerusakan pada perkerasan Jalan Tol Ngawi-Kertosono.

### 1.5 Manfaat Penelitian

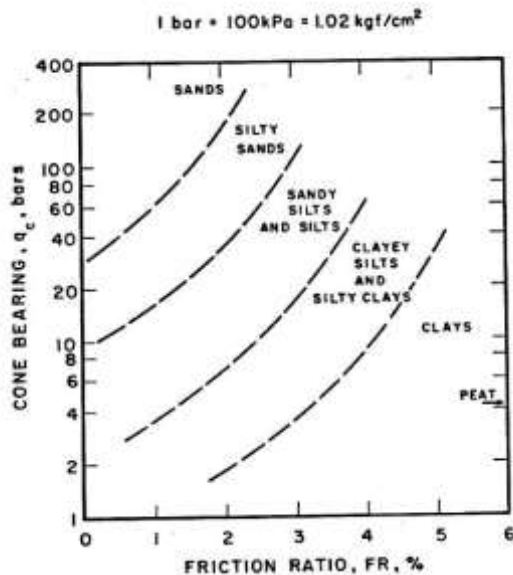
Manfaat dari Penulisan Tugas Akhir ini adalah dapat dijadikan alternatif perbaikan tanah dasar dan perkuatan timbunan. Sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan oleh para pengambil keputusan di Proyek Jalan Tol Ngawi-Kertosono STA 110+250 – STA 118+700.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Permasalahan Pembangunan Konstruksi di Atas Tanah Lunak

Tanah lunak memiliki pemampatan yang bisa mencapai hitungan meter sekaligus lama pemampatannya bisa mencapai tahunan dan memiliki daya dukung yang kecil. Oleh sebab itu tanah lunak merupakan jenis tanah yang tidak menguntungkan untuk digunakan sebagai tanah dasar suatu konstruksi dan patut diwaspadai saat perencanaan dan pelaksanaan konstruksi. **Tabel 2.1** adalah pembagian lapisan tanah didasarkan atas korelasi N-SPT dan  $q_c$  sondir sedangkan pada gambar 2,1 dapat dilihat grafik untuk mencari jenis tanah menggunakan data sondir.



Gambar 2.1 Grafik Korelasi Sondir

**Tabel 2.1** Korelasi N-SPT dan Konsistensi Tanah

Konsistensi tanah	Taksiran nilai kekuatan geser undrained, Cu		Taksiran nilai SPT, nilai N	Taksiran nilai tahanan conus, qc (dari Sondir)	
	kPa	ton/m <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000 – 2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5.0	5 – 10	20 – 40	2000 – 4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 10	10 – 20	40 – 75	4000 – 7500
Sangat kaku (very stiff)	100 – 200	10 – 20	20 – 40	75 – 150	7500 – 15000
Keras (hard)	>200	>20	>40	>150	>15000

(Sumber : Mochtar,2006; revised,2012)

(a)

Consistency	Relative Density (%)	N-SPT (blows per ft)	Angle of Internal Friction (deg)	Unit Weight	
				Moist (psf)	Submerged (psf)
Very loose	0 - 15	0 - 4	< 28	< 100	< 60
Loose	16 - 35	5 - 10	28 - 30	95 - 125	55 - 65
Medium	36 - 65	11 - 30	31 - 36	110 - 130	60 - 70
Dense	66 - 85	31 - 50	37 - 41	110 - 140	65 - 85
Very dense	86 - 100	> 51	> 41	> 130	> 75

(Sumber: *Mayerhof, 1956*)

(b)

tanah **dominan pasir** (dari Teng, 1962)

Kondisi kepadatan	Relative Density (kepadatan relatif) $R_d$	Perkiraan Harga $N_{SPT}$	Perkiraan harga $\phi$ ( $^\circ$ )	Perkiraan berat volume jenuh, $\gamma_{sat}$ (ton/m <sup>3</sup> )
very loose (sangat renggang)	0 % s/d 15 %	0 s/d 4	0 s/d 28	< 1.60
loose (renggang)	15 % s/d 35 %	4 s/d 10	28 s/d 30	1.50 – 2.0
medium (menengah)	35% s/d 65 %	10 s/d 30	30 s/d 36	1.75 – 2.10
dense (rapat)	65% s/d 85 %	30 s/d 50	36 s/d 41	1.75 – 2.25
very dense (sangat rapat)	85% s/d 100 %	> 50	41*	

\* perkiraan oleh Mochtar (2009)

(c)

Lempung

Consistency	Unconfined Compression Strength, $q_u$ (KN/m <sup>2</sup> )	N-SPT (blows per ft)	Saturated Unit Weight (KN/M <sup>3</sup> )
Very Soft	0 - 25	0 - 2	< 16
Soft	25 - 50	2 - 4	16 - 19
Medium	50 - 100	4 - 8	17 - 20
Stiff	100 - 200	8 - 15	18 - 20
Very Stiff	200 - 400	15 - 30	19 - 22
Hard	> 400	> 30	> 20

(Sumber: Terzaghi & Peck, 1967)

(d)



Tabel 1.2. Nilai-nilai numerik parameter tanah untuk $G_s = 2.70$ (Barez & Favre)																
Sifat tanah		$\gamma_d$		$e$	$n$	$W_{at}$		K			C <sub>v</sub>		$\sigma$		$m_v = 1/E$	
		g/cm <sup>3</sup>	lb ch ft			%	g/cm <sup>3</sup>	cm/s	ft/year	lagoon	cm <sup>2</sup> /s	ft <sup>2</sup> /year	bars	psi	cm <sup>2</sup> /kg	ft <sup>2</sup> /ton
Silt. Clay	↑ tata-tata ↑ tata-tata	0.5	31.25	4.40	0.80	163.0	1.31	$10^{-7}$	$1.03 \times 10^{-7}$	$10^{-7}$			0.01	0.142	100	97.6
		0.6	37.50	3.50	0.78	129.00	1.38					0.05	0.71	20	19.5	
		0.7	43.75	2.86	0.74	105.8	1.44	$10^{-8}$	$1.03 \times 10^{-2}$	$10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$	3.4				
		0.8	50.00	2.38	0.70	88.0	1.50				$2 \times 10^{-4}$	6.8	0.1	1.42	10	9.76
		0.9	56.25	2.00	0.67	74.1	1.57	$10^{-7}$	$1.03 \times 10^{-1}$	$10^{-2}$	$3 \times 10^{-4}$	10.1	0.5	7.05	2	1.95
	↓ tata-tata ↓ tata-tata	1.0	62.50	1.70	0.63	63.0	1.63	$1 \times 10^{-6}$	1.03	$10^{-1}$	$4 \times 10^{-4}$	11.1	1	14.2	1	0.976
		1.1	68.75	1.45	0.59	53.9	1.69	$2 \times 10^{-6}$	2.06		$5 \times 10^{-4}$	16.9	2	28.4	0.5	0.488
		1.2	75.00	1.25	0.56	46.3	1.76	$3 \times 10^{-6}$	3.10		$6 \times 10^{-4}$	20.3	3	42.6	0.33	0.325
		1.3	81.25	1.08	0.52	39.9	1.82	$4 \times 10^{-6}$	4.13		$7 \times 10^{-4}$	23.6	4	56.9	0.25	0.244
		1.4	87.50	0.93	0.48	34.4	1.88	$5 \times 10^{-6}$	5.17		$8 \times 10^{-4}$	27.0	5	71.0	0.20	0.195
Gravel Sand	↑ sand ↑ sand	1.5	93.75	0.80	0.44	29.6	1.94	$6 \times 10^{-6}$	6.20		$9 \times 10^{-4}$	30.4	6	85.3	0.17	0.163
		1.6	100.00	0.69	0.41	25.5	2.04	$7 \times 10^{-6}$	7.24		$10^{-3}$	$33.8 \times 10^3$	7	99.5	0.14	0.144
		1.7	106.25	0.59	0.37	21.8	2.07	$8 \times 10^{-6}$	8.26				8	113	0.12	0.122
		1.8	112.50	0.50	0.33	18.5	2.13	$9 \times 10^{-6}$	9.30		$10^{-2}$	$33.8 \times 10^2$	9	127	0.11	0.111
		1.9	118.75	0.42	0.30	15.6	2.20	$10^{-5}$	10.33	1			10	142	0.10	0.0976
		2.0	125.00	0.35	0.26	13.0	2.26	$10^{-4}$	$1.03 \times 10^2$	10	$10^{-1}$	$33.8 \times 10^1$	11	156	0.091	0.0887
		2.1	131.25	0.29	0.22	10.6	2.32	$10^{-3}$	$1.03 \times 10^3$	100			12	170	0.083	0.0815
	↓ gravel ↓ gravel	2.2	137.50	0.23	0.19	8.4	2.39	$10^{-2}$	$1.03 \times 10^4$	1000			13	185	0.077	0.075
		2.3	143.75	0.17	0.15	6.4	2.45	$10^{-1}$	$1.03 \times 10^5$	10000			14	199	0.073	0.07
		2.4	150.00	0.13	0.11	4.63	2.51						15	213	0.064	0.065
	2.5	156.25	0.080	0.074	2.96	2.57						20	284	0.050	0.0488	
	2.6	162.50	0.038	0.037	1.42	2.64						50	710	0.020	0.0195	
	2.7	168.75	0.000	0.000	0.00	2.70						100	1420	0.010	9.76 x 10 <sup>-3</sup>	
												500	7100	0.002	1.95 x 10 <sup>-3</sup>	
												1000	14200	0.001	9.76 x 10 <sup>-4</sup>	

Catatan : 100 kPa = 100 kN/m<sup>2</sup> = 1 bar = 1.02 kg/cm<sup>2</sup>

(e)

## 2.2 Pemampatan

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Beberapa atau semua faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan. (Das dalam Mochtar, 1998) Secara umum, pemampatan (*settlement*) pada tanah disebabkan oleh pembebanan yang dapat dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu:

- Pemampatan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah. Pemampatan konsolidasi dibagi menjadi dua bagian, yaitu konsolidasi primer dan konsolidasi sekunder. Namun pada perhitungan pemampatan tanah akibat reklamasi, pemampatan sekunder umumnya diabaikan karena besar pemampatan sangat kecil (Wahyudi, 1997)

- b. Pemampatan segera (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Amplitudo atau besarnya pemampatan tanah total dalam Wahyudi (1997), adalah :

$$S_t = S_i + S_{cp} + S_{cs} + S_{lat} \quad [2.1]$$

keterangan :

$S_t$  = total *settlement*

$S_i$  = *immediate settlement*

$S_{cp}$  = *consolidation primer settlement*

$S_{cs}$  = *consolidation secondary settlement*

$S_{lat}$  = *settlement* akibat pergerakan tanah arah lateral.

### 2.2.1 Vacuum Gauge

Vacuum gauge digunakan untuk mengukur tekanan efektif vakum yang terjadi pada area perbaikan tanah. Pompa vakum dinyatakan berhasil apabila tekanan efektif pada pembacaan vacuum gauge sebesar 80% dari tekanan atmosfer rata-rata daerah lokasi pekerjaan. Untuk mengetahui tekanan atmosfer sekitar dapat digunakan persamaan

$$P(h) = 76 - (h/100) \text{ cmHg, dengan } 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg}$$

$$1 \text{ atm} = 101.3 \text{ kPa}$$

Di mana :  $h$  = elevasi lokasi pekerjaan (m)

### 2.2.2 Pemampatan Beban Satu Tahap

Terdapat dua jenis konsolidasi berdasarkan tegangan yang diakibatkan, yaitu :

1. Tanah terkonsolidasi secara normal, *Normally Consolidated Soil* (NC-Soil), di mana tegangan overburden efektif pada saat ini adalah merupakan

tegangan maksimum yang pernah dialami tanah tersebut.

2. Tanah terkonsolidasi lebih, *Over Consolidated Soil* (OC-Soil), di mana tegangan overburden efektif saat ini adalah lebih kecil daripada tegangan yang pernah dialami oleh tanah yang bersangkutan sebelumnya.

Tanah disebut NC-Soil atau OC-soil ditentukan dari nilai *Over Consolidation Ratio* (OCR). NC-Soil mempunyai nilai  $OCR \leq 1$  dan OC soil mempunyai nilai  $OCR > 1$ . OCR didefinisikan dengan persamaan berikut ini:

$$OCR = \frac{\sigma_c'}{\sigma_o'} \quad [2.2]$$

keterangan:

$\sigma_c'$  = *effective pra consolidation pressure*

$\sigma_o'$  = *effective overburden pressure*

Secara umum besar pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah lempung setebal H dapat dihitung dengan persamaan (Das, 1985):

1. Untuk tanah *Normally Consolidated* (NC-Soil):

$$Sc = C_c \cdot \frac{H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma_{vo}'}$$

2. Untuk tanah *Over Consolidated* (OC-Soil):

Bila  $(\sigma'_{vo} + \Delta\sigma) \leq \sigma_c'$ , maka:

$$Sc = \frac{C_s \cdot H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma_{vo}'}$$

Bila  $(\sigma'_{vo} + \Delta\sigma) > \sigma_c'$ , maka:

$$Sc = \frac{C_s \cdot H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma_c'}{\sigma_{vo}'} + \frac{C_c \cdot H_0}{1+e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma_c'} \quad [2.5]$$

keterangan:

Sc = besar pemampatan yang terjadi (m)

Cc = indeks pemampatan (*compression index*)

Cs = indeks pemuaiian (*swelling index*)

$e_0$	= angka pori
$\sigma_o'$	= tegangan overburden efektif
$\Delta\sigma$	= penambahan beban vertikal (beban luar)
$\sigma_c$	= tegangan prakonsolidasi

Sehingga besar pemampatan total adalah:

$$Sc = \sum_{i=1}^n Sc_i$$

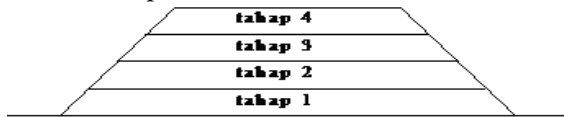
keterangan:

$n$  = jumlah lapisan tanah yang akan dihitung besar pemampatan konsolidasi.

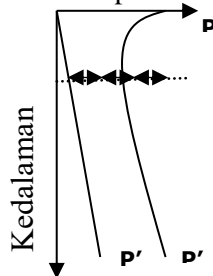
$Sc_i$  = besar pemampatan konsolidasi untuk lapisan ke- $i$

### 2.2.3 Pemampatan akibat Beban Bertahap

Sekali penimbunan tidak bisa langsung tinggi, karena akan ada pemadatan timbunan di tiap beberapa cm tiap satu minggu (**Gambar 2.1**). Maka dari itu, umur timbunan pada beberapa tahap akan berbeda-beda. Akibatnya efek beban dari timbunan pun akan berbeda.



Gambar 2.2 Ilustrasi penimbunan bertahap



Gambar 2.3 Diagram tegangan untuk penimbunan bertahap

Keterangan:

$P'_0$  = tegangan overburden

$P'_c$  = tegangan prakonsolidasi

$\Delta p_1$  = penambahan tegangan akibat beban tahapan  
timbunan 1

$\Delta p_2$  = penambahan tegangan akibat beban tahapan  
timbunan 2

$\Delta p_3$  = penambahan tegangan akibat beban tahapan  
timbunan 3

Besar pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah lempung setebal  $H$  dapat dihitung dengan persamaan berikut

1. Apabila  $p'_0 + \Delta p_1 \leq p_c$ :

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \left( \frac{p'_0 + \Delta p_1}{p'_0} \right)$$

2. Apabila  $p'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2 > p_c$ :

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \frac{p'_c}{p'_0 + \Delta p_1} + \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left( \frac{p'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2}{p'_c} \right)$$

3. Apabila  $p'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 > p_c$ :

$$S_c = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left( \frac{p'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3}{p'_0 + \Delta p_1 + \Delta p_2} \right)$$

Keterangan:

$C_c$  = indeks pemampatan (*compression index*)

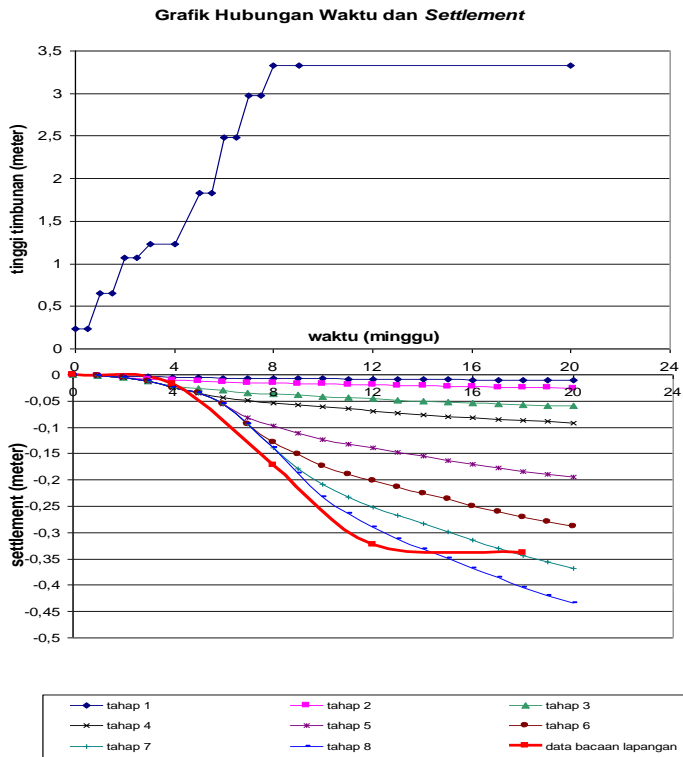
$C_s$  = indeks mengembang (*swelling index*)

$p'_0$  = Tegangan efektif *overburden*

$\Delta p$  = Penambahan tegangan akibat beban tahapan  
timbunan

$e_0$  = Angka pori tanah dasar

Dari perhitungan pemampatan akibat penimbunan bertahap, dapat diketahui besar pemampatan akibat tinggi timbunan yang ditimbun tiap minggu dengan ketinggian tertentu dan dalam waktu tertentu dapat dibuat grafik (Gambar 2.3).



Gambar 2.4 Contoh grafik settlement akibat timbunan bertahap

### 2.3 Peningkatan Kekuatan Tanah Dasar akibat Beban Luar

Kekuatan tanah dasar meningkat akibat adanya beban di atasnya. Beban di atasnya mengakibatkan suatu distribusi tegangan. Distribusi tegangan pun bervariasi sesuai dengan bentuk beban seperti, beban terpusat, beban garis, beban lingkaran, beban segi empat, beban trapesium.  $\Delta\sigma'$  merupakan tambahan tegangan akibat pengaruh beban timbunan (trapezium) yang ditinjau di tengah-tengah lapisan. Menurut Braja M. Das (1985), dalam bukunya "*Principles of Foundation Engineering, Second Edition*", diagram tegangan tanah akibat timbunan dijelaskan Gambar 2.4. Besarnya  $\Delta\sigma'$  adalah:

$$\Delta\sigma' = \frac{q_0}{\pi} x \left[ \left( \frac{B_1+B_2}{B_2} \right) x (\alpha_1 + \alpha_2) - \left( \frac{B_1}{B_2} x \alpha_2 \right) \right] \quad [2.7]$$

keterangan:

$q_0$  = beban timbunan ( $t/m^2$ )  $\rightarrow q_0 = \gamma_{\text{timb}} \times h_{\text{timb}}$

$\Delta\sigma'$  = besarnya tegangan akibat pengaruh beban timbunan yang ditinjau di tengah-tengah lapisan ( $t/m^2$ )

$\alpha_1$  =  $\tan^{-1} \left( \frac{B_1+B_2}{z} \right) - \tan^{-1} x \left( \frac{B_1}{z} \right)$  (radian)

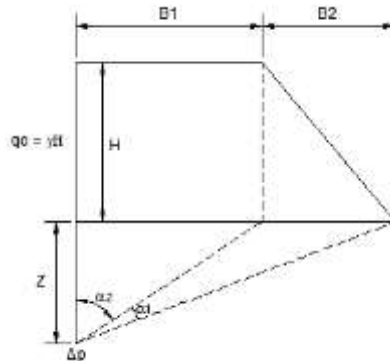
$\alpha_2$  =  $\tan^{-1} x \left( \frac{B_1}{z} \right)$  (radian)

$B_1$  =  $\frac{1}{2}$  lebar timbunan

$B_2$  = panjang proyeksi horizontal kemiringan timbunan.

Nilai  $\Delta\sigma'$  yang diperoleh adalah untuk  $\frac{1}{2}$  bentuk timbunan sehingga untuk bentuk timbunan yang simetris, nilai  $q_0$  yang diperoleh harus dikali 2, dan berubah menjadi:  $\Delta\sigma' = 2 \times q_0$





**Gambar 2.5** Visualisasi dan Notasi  $\Delta P$

## 2.4 Cara Menentukan Tinggi Timbunan Awal dan Waktu Preloading

### 2.4.1 Tinggi Timbunan Awal

Tinggi timbunan awal pada saat pelaksanaan tidak sama dengan tinggi timbunan rencana. Penentuan dari tinggi timbunan rencana pada saat pelaksanaan fisik (dengan memperhatikan adanya pemampatan), dapat dihitung dengan (Mochtar, 2012):

$$q_{\text{final}} = q = (H_{\text{inisial}} \times \gamma_{\text{timb}}) - (S_c \times \gamma_{\text{timb}}) + (S_c \times \gamma'_{\text{timb}})$$

$$q_{\text{final}} = q = (H_{\text{inisial}} - S_c) \gamma_{\text{timb}} + (S_c \times \gamma'_{\text{timb}})$$

$$H_{\text{inisial}} = \frac{q + (S_c \times \gamma_{\text{timb}}) - (S_c \times \gamma'_{\text{timb}})}{\gamma_{\text{timb}}}$$

$$H_{\text{akhir}} = H_{\text{inisial}} - S_c$$

### 2.4.2 Kecepatan Waktu Konsolidasi

Pada umumnya tebal dari lapisan yang memampat dinyatakan sebagai  $H$  dan panjang terjauh dari aliran rembesan air disebut  $H_{\text{dr}}$ . Persamaan dari Terzaghi (1984), untuk menghitung waktu konsolidasi dari lapisan tanah yang memampat tersebut adalah:

$$t = \frac{T_v \cdot (H_{\text{dr}})^2}{c_v}$$

keterangan:

$T_v$  = faktor waktu

$t$  = waktu konsolidasi (detik)

$C_v$  = koefisien konsolidasi ( $\text{cm}^2/\text{det}$ )

$H_{dr}$  = panjang aliran air terpanjang

Untuk lapisan tanah yang dibatasi oleh 2 (dua) lapisan yang lolos air (*permeable*), misalnya pasir atau kerikil, panjang  $H_{dr} = \frac{1}{2} \times$  tebal lapisan. Akan tetapi, bila lapisan sebelah bawah berupa lapisan kedap air, maka aliran rembesan dianggap hanya dapat menuju ke atas lapisan, sehingga  $H_{dr} = H$ .

Untuk konsolidasi tanah yang berlapis-lapis dengan ketebalan berbeda, waktu konsolidasi dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mochtar, 2012):

$$C_v = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left( \frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right)^2}$$

keterangan:

$H_1, H_2, \dots, H_n$  = tebal lapisan-lapisan tanah lempung yang mengalami pemampatan.

$C_{v1}, C_{v2}, \dots, C_{vn}$  = nilai  $C_v$  untuk masing-masing lapisan tanah yang bersangkutan.

## 2.5 Perhitungan Stabilitas Timbunan

### 2.5.1 Perhitungan dengan Rumus

Penentuan tinggi timbunan yang diizinkan dapat ditentukan dengan perhitungan menggunakan rumus:

$$H_{cr} = \frac{c \cdot N_c}{\gamma}$$

keterangan:

$H_{cr}$  = tinggi timbunan kritis

$C$  = kekuatan geser *undrained*

$N_c$  = koefisien

$\gamma$  = massa jenis tanah timbunan

Apabila tinggi rencana timbunan melebihi tinggi timbunan kritis, maka lereng tidak akan stabil atau butuh perkuatan.

### 2.5.2 Perhitungan dengan Software

Stabilitas timbunan dapat dihitung dengan menggunakan program *Geoslope* untuk menganalisa *overall stability*. Adapun data yang dibutuhkan meliputi, data tanah dasar, data tanah timbunan.

## 2.6 Metode Percepatan Pemampatan Tanah dengan Vertical Drain

Penentuan waktu konsolidasi didasarkan teori aliran pasir vertikal menurut Barron (1948), menggunakan asumsi teori Terzaghi tentang konsolidasi linier satu dimensi. Penentuan waktu konsolidasi dari teori Barron (1948) adalah :

$$t = \left( \frac{D^2}{8 \cdot C_h} \right) \cdot F(n) \cdot \ln \left( \frac{1}{1 - U_h} \right) \quad [2.14]$$

keterangan:

$t$  = waktu untuk menyelesaikan konsolidasi primer

$D$  = diameter *equivalen* dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh PVD

Nilai  $D = 1,13 \times s$  untuk pola susunan bujur sangkar (**Gambar 2.5**)

Nilai  $D = 1,05 \times s$  untuk pola susunan segitiga (**Gambar 2.6**)

$C_h$  = koefisien konsolidasi tanah horisontal  
 $= (k_h/k_v) \cdot C_v$  [2.15]

$k_h/k_v$  = perbandingan antara koefisien permeabilitas tanah dasar arah horizontal dan vertikal, untuk tanah lempung yang jenuh air, nilai  $(k_h/k_v)$

berkisar antarasampai 5. (sumber : Mochtar, 2000)

$F(n)$  = faktor hambatan yang disebabkan karena jarak antara PVD. Hansbo (1979) dalam Mochtar (2000) nilai

$F(n)$  didefinisikan sebagai berikut :

$$F(n) = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - \left( \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \right) \right] \quad [2.16]$$

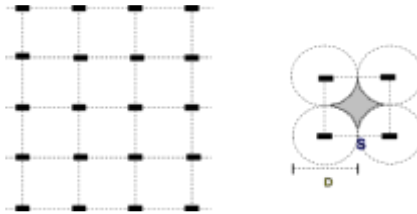
Atau :

$$F(n) = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - 3/4 - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \quad [2.17]$$

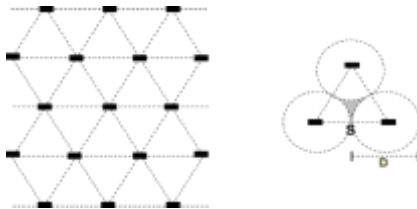
Pada umumnya  $n > 20$  sehingga dapat dianggap  $1/n = 0$  dan

$$\left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \approx 1 \quad \text{Jadi : } F(n) = \ln(n) - 3/4 \quad [2.18]$$

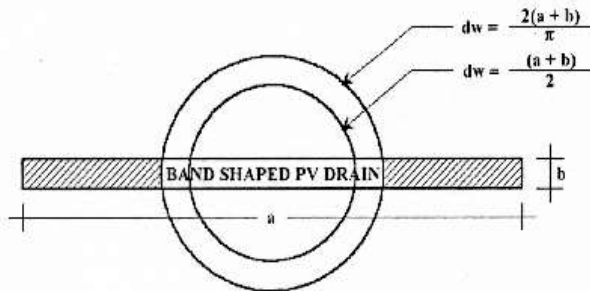
$$F(n) = \ln(D/dw) - 3/4 \quad [2.19]$$



**Gambar 2.6** Pola susunan PVD bujur sangkar  
(sumber : Mochtar, 2000)



**Gambar 2.7** Pola susunan PVD segitiga  
(sumber : Mochtar, 2000)



**Gambar 2.8** *Equivalen* diameter ( $d_w$ ) untuk PVD  
(sumber : Mochtar, 2000)

Hansbo (1979) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan persamaan berikut :

$$t = \left( \frac{D^2}{8.Ch} \right) \cdot (2.F(n)) \cdot \ln \left( \frac{1}{1-U_h} \right) \quad [2.20]$$

keterangan:

- $t$  = waktu yang diperlukan untuk mencapai  $U_h$
- $D$  = diameter lingkaran
- $F(n)$  = faktor hambatan disebabkan karena jarak PVD
- $Ch$  = koefisien konsolidasi tanah horisontal
- $U_h$  = derajat konsolidasi tanah (arah horisontal)

Dengan memasukkan nilai  $t$  tertentu, dapat dicari nilai  $U_h$  pada lapisan tanah yang dipasang PVD. Selain konsolidasi akibat aliran pori arah horisontal juga terjadi konsolidasi akibat aliran air arah vertikal  $U_v$ . Nilai  $U_v$  dicari dengan persamaan :

- Untuk  $U_v > 60\%$  :

$$U_v = (100-10^a) \quad [2.21]$$

$$a = \frac{1.781-T_v}{0.933} \quad [2.22]$$

- Untuk  $U_v$  antara 0 s/d 60% :

$$U_v = \left( 2 \sqrt{\frac{tv}{\pi}} \right) \times 100\% \quad [2.23]$$

- Derajat konsolidasi rata-rata U dapat dicari dengan cara :

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)] \times 100\% \quad [2.24]$$

PVD tidak harus dipancang sampai lapisan tanah mampu mampat terbawah. Pengurangan penggunaan PVD dapat mengurangi biaya material, namun sisa lapisan tanah yang mampu mampat tersebut akan terus memampat dengan lama selayaknya tanpa PVD. Adapun syarat untuk membuat konstruksi di atas tanah tidak rusak akibat sisa pemampatan, yaitu 2.5 cm/tahun.

## 2.7 Kenaikan Daya Dukung Tanah

Sebagai akibat terjadinya konsolidasi pada suatu lapisan tanah, maka lapisan yang bersangkutan menjadi lebih padat yang berarti kekuatan tanah juga meningkat sebagai akibat kenaikan nilai  $C_u$  (*undrained shear strength*).

Kenaikan daya dukung akibat beban timbunan sebesar  $\Delta P$ , adalah :

1. Tegangan tanah wa (tegangan *overburden*) =  $p_o'$
2. Penambahan tegangan beban  $\Delta P$ , apabila periode pemberian beban  $t_1$  dan derajat konsolidasi =  $U_1$ , maka :

$$\Delta P_{u1} = \left( \frac{\sigma'_1}{p'_o} \right)^{u1} p'_o - p'_o \quad [2.25]$$

3. Jadi tegangan tanah di lapisan yang di tinjau menjadi:

$$\sigma'_{baru} = p'_o + \left[ \left( \frac{\sigma'_1}{p'_o} \right)^{u1} p'_o - p'_o \right] \quad [2.26]$$

4. Nilai  $C_u$  baru dari tanah pada saat  $t = t_1$  adalah :

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = [0,0737 + (0,1899 - 0,0016 \text{ PI})] \sigma'_{baru} \quad [2.27]$$

b. Untuk nilai *Plasticity Index* (PI)  $\geq 120\%$   
 $C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = [0,0737 + (0,0454 - 0,00004 \text{ PI})]$   
 $\sigma'_{\text{baru}}$  [2.28]

## 2.8 Metode Perkuatan Tanah dengan *Geotextile*

### 2.8.1 Perencanaan Timbunan dengan Perkuatan *Geotextile*

Perencanaan *geotextile* tergantung pada besar peningkatan momen perlawanan ( $\Delta M_R$ ) yang direncanakan. Perhitungan untuk mencari ( $\Delta M_R$ ) dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta M_R = (M_D \times SF) - M_R \quad [2.29]$$

keterangan:

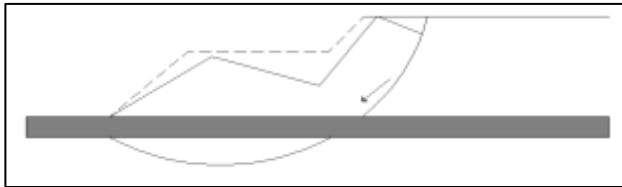
$M_R$  = momen penahan

$\Delta M_R$  = momen penahan tambahan yang harus dipikul oleh *geotextile*

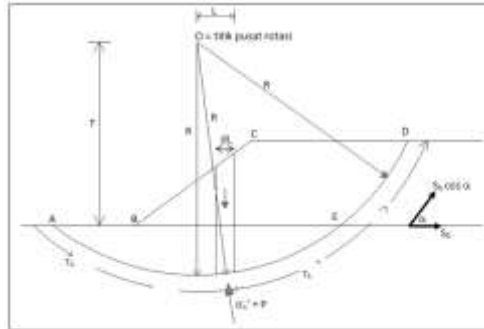
$M_D$  = momen dorong,  $\frac{MR}{SF}$

### 2.8.2 *Overall Stability*

Untuk menganalisa angka keamanan dari *overall stability* dapat menggunakan model irisan Bishop (1955) dengan bantuan Program *Geoslope*. Gaya-Gaya yang bekerja pada *overall stability* juga sesuai dengan yang digambarkan pada **Gambar 2.8** dan **Gambar 2.9**.



**Gambar 2.9** Model Kelongsoran untuk *Overall Stability*  
 (Sumber: Mochtar, 2000)



**Gambar 2.10** Gaya-Gaya yang Bekerja untuk *Overall Stability* (Sumber: Mochtar, 2000)

$$T = \text{jarak vertikal titik pusat rotasi dengan geotextile yang ditinjau} \\ = y_o - y_c \quad [2.30]$$

keterangan:

$y_o$  = ordinat titik pusat rotasi

$y_c$  = ordinat titik yang ditinjau

$\tau$  = tegangan geser geotextile dengan tanah asli

$$= C_u + \sigma_v \cdot \tan \theta$$

[2.31]

$C_u$  = tegangan geser tanah asli

$\sigma_v$  = tegangan vertikal timbunan

$\theta$  = tegangan geser tanah

Adapun syarat dari *overall stability* yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

$$M_R = (M_D \times SF) + \Delta M_R \\ SF = \frac{M_R - \Delta M_R}{M_D}$$

keterangan:

$M_D$  = Momen penggerak = (berat segmen busur

ABCDEA) x jarak pusat berat ABCDEA terhadap O.

$M_R$  = Momen penahan



$\Delta M_R$  = Momen penahan tambahan yang ditahan oleh  
*geotextile*

$SF_{\min} \geq 1,5$  (beban tetap) ;  $SF_{\min} \geq 1,2$  (beban sementara)

Syarat kekuatan bahan  $S_1$

$$T_{\text{allow}} = \frac{T_{\text{ultimate}}}{SF} \quad [2.32]$$

$T_{\text{allow}}$  = Kekuatan tarik *geotextile* (kN/m<sup>2</sup>)

$T_{\text{ultimate}}$  = Kekuatan tarik bahan *geotextile* (kN/m<sup>2</sup>)

$SF$  =  $SF_{ID} \times SF_{CR} \times SF_{CD} \times SF_{BD}$  (**Tabel 2.2**)

$SF_{ID}$  = angka keamanan untuk kesalahan pemasangan  
(*installation damage*)

$SF_{CR}$  = angka keamanan untuk *creep*

$SF_{CD}$  = angka keamanan untuk *chemical degradation*

$SF_{BD}$  = angka keamanan untuk *biological degradation*.

**Tabel 2.2** Angka Keamanan untuk Menghitung  $T_{\text{allow}}$

Penggunaan Geotextile	Faktor Pemasangan, $FS_{id}$	Faktor Rangkak, $FS_{cr}$	Faktor Kimia, $FS_{cd}$	Faktor Biologi, $FS_{bd}$
Separation	1,1 – 2,5	1,1 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Cushioning	1,1 – 2,0	1,2 – 1,5	1,0 – 2,0	1,0 – 1,2
Unpaved Roads	1,1 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,2
Walls	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Embankments	1,1 – 2,0	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Bearing Capacity	1,1 – 2,0	2,0 – 4,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Slope Stabilization	1,1 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,3
Pavement Overlays	1,1 – 1,5	1,0 – 1,2	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Railroads	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2
Flexible Form	1,1 – 1,5	1,5 – 3,0	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1
Silt Fences	1,1 – 1,5	1,5 – 2,5	1,0 – 1,5	1,0 – 1,1

Panjang *Geotextile* di belakang bidang lonsor ( $L_e$ ) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L_e = (T_{\text{all}} \times SF) / [(\tau_1 + \tau_2) \times E] \quad [2.33]$$

$E$  = efisiensi, diambil  $E = 0,8$

Besar Momen penahan *geotextile* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$M_{\text{geotextile}} = T_{\text{allow}} \times T_i \quad [2.34]$$

keterangan:

$T_{\text{allow}}$  = Kekuatan tarik *geotextile* (kN/m<sup>2</sup>)

$T_i$  = Jarak vertikal antara *geotextile* dengan pusat bidang

lonsor (m)

Panjang *Geotextile* yang ditanam (L) :

$$\mathbf{L = L_e + L_R} \quad [2.35]$$

$L_e$  = panjang geotextile yang berada dalam *anchorage Zone* (minimum = 3 ft /1.0m)

$L_R$  = panjang geotextile yang berada di depan bidang longsor

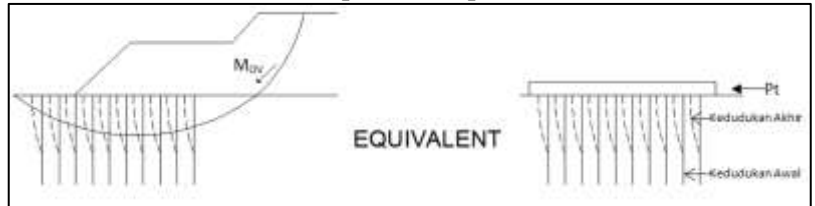
$$L_R = (H - Z) \times \left[ \tan \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \right] \quad [2.36]$$

$$L_e = \frac{S_v \cdot \sigma_H \cdot SF}{2[c + \sigma_v (\tan \delta)]} \quad [2.37]$$

$$L_o = \frac{S_v \cdot \sigma_H \cdot SF}{4[c + \sigma_v (\tan \delta)]} \quad [2.38]$$

## 2.9 Metode Perkuatan Tanah dengan Cerucuk

Asumsi yang dipakai untuk perhitungan *micropile* ini adalah asumsi cerucuk oleh Mochtar (2012). Penggunaan cerucuk dimaksudkan untuk menaikkan tahanan geser tanah. Bila tahanan tanah terhadap geser meningkat, maka daya dukung tanah pun meningkat. Asumsi yang digunakan dalam konstruksi cerucuk dapat dilihat pada **Gambar 2.10**.



**Gambar 2.11** Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk  
(Sumber: Mochtar, 2012)

Adapun prosedur dari perhitungan kebutuhan cerucuk berdasarkan NAVFAC DM-7 (1971) adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung kekuatan 1 (satu) buah cerucuk terhadap gaya horizontal.
- Menghitung faktor kekuatan relatif (T)

$$T = \left( \frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}}$$

keterangan:

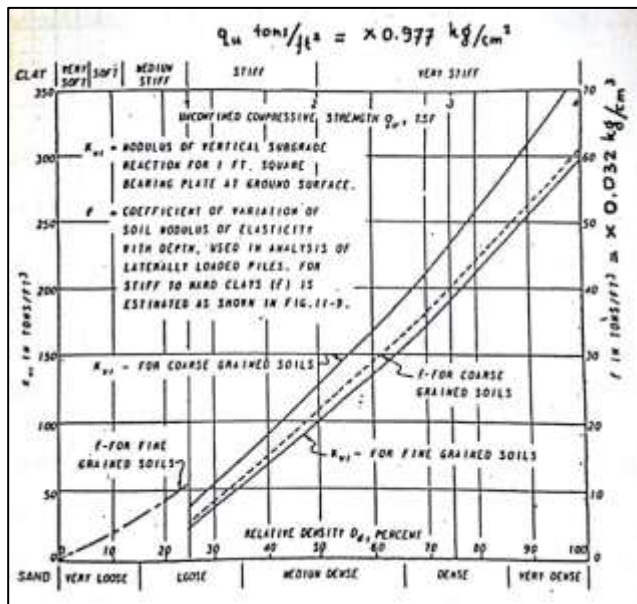
E = Modulus elastisitas tiang (cerucuk), Kg/cm<sup>2</sup>

I = Momen inersia tiang (cerucuk), cm<sup>4</sup>

f = koefisien dari variasi modulus tanah, kg/cm<sup>3</sup>

T = faktor kekakuan relatif, cm

Nilai f dengan bantuan **Gambar 2.11** yang merupakan garfik antara f dengan *unconfined compression strength*, yaitu  $q_u = 2.C_u$



**Gambar 2.12** Nilai f untuk Berbagai Jenis Tanah  
(Sumber: *Design Manual*, NAVFAC DM-7, 1971)

Menghitung gaya horizontal yang mampu ditahan 1 tiang.

$$M_p = F_M \times (P \times T)$$

keterangan:

$M_p$  = momen lentur yang mampu ditahan oleh cerucuk akibat beban horizontal P, Kg.com.

$F_M$  = koefisien momen akibat gaya lateral P.

P = gaya horizontal maksimum yang mampu diterima oleh

satu cerucuk, Kg.

T = faktor kekakuan relatif, cm.

Dengan merencanakan panjang cerucuk yang tertahan di bawah/atas bidang gelincir (L) didapat nilai L/T dengan grafik **Gambar 2.12** dan nilai L/T pada kedalaman z didapat nilai  $F_M$ . Jadi, gaya horizontal yang mampu dipikul oleh 1 (satu) cerucuk adalah:

$$P = \frac{M_p}{F_M \times T}$$

Gaya maksimal  $P_{\max}$  yang dapat ditahan oleh 1 cerucuk terjadi bila  $M_p$  = momen maksimal lentur bahan cerucuk.

Bila kekuatan bahan dan dimensi bahan diketahui, maka:

$$M_p \text{ max 1 cerucuk} = \frac{\sigma_{\max \text{ bahan}} \times I_n}{C}$$

$$\text{atau } M_p \text{ max 1 cerucuk} = \sigma_{\max} \times W$$

keterangan:

$\sigma_{\max}$  = tegangan tarik/tekan maks. bahan cerucuk

L = momen inersia penampang cerucuk terhadap garis yang melewati titik pusat penampang

C =  $\frac{1}{2} \times D$ , D = diameter cerucuk

W =  $I_n/C$

sehingga:

$$P_{\max \text{ 1 cerucuk}} = \frac{M_p \text{ max 1 cerucuk}}{F_M \times T} \times F_k$$

dengan  $F_k$  menurut Rusdiansyah & Mochtar (2015):

$$F_k = 2,30 \times Y_t \times Y_s \times Y_n \times Y_D$$

b. Untuk menghitung banyaknya tiang atau cerucuk per meter, maka ditentukan gaya horizontal total yang terjadi pada bidang gelincir ( $P_t$ ).

$$SF_{\text{yang diinginkan}} = \frac{\text{Momen Penahan } (M_R)}{\text{Momen Penggerak } (M_D)}$$

keterangan:

$SF_{\text{yang diinginkan}}$  = *Safety Factor* yang hendak dicapai

$M_R$  =  $\sum Cu_i \times L_i \times R_i = M_R$  dari tanah +  $\Delta M_R$  dari cerucuk

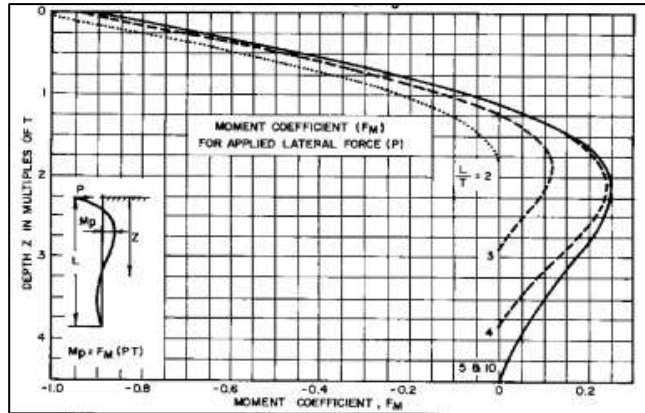
$Cu$  = Tegangan geser *undrained* tanah dasar

$L$  = Panjang bidang gelincir

$R$  = Jari-jari putar bidang gelincir

**Tabel 2.3** Formula untuk Peningkatan Ketahanan Lateral dari Cerucuk

Variable of model pile-soil interaction	obtained average of $\frac{P_{lab}}{P_{analytical}}$	Regression Formula obtained from Section 4
Ratio of Pile Insertion, $X_t = L/D$	1.965	$Y_t = 0.1(X_t) - 0.35$ ; $(Y_t = 1.0 \text{ when } L/D = 15)$ (For $0 < L/D < 5$ , $Y_t = 0.02$ $(Y_{tmax} = 1.45)$
	2.467	
	1.756	
Ratio of Pile Spacing, $X_s = S/D$	0.422	$Y_s = -0.057(X_s)^2 + 0.614(X_s) - 0.658$ ; $(Y_s = 1.0 \text{ when } S/D = 5)$
	2.216	
	2.467	
	4.336	
Number of Piles in Row = $X_n$	2.590	$Y_n = -0.047x_n + 1.051$ ; $(Y_n = 1.0 \text{ when } X_n = 1)$
Ratio of Pile Diameter, $X_D = D/T$	2.467	$Y_D = 46.616(X_D) - 3.582$ ; $(Y_D = 1.0 \text{ when } D/T = 0.1)$ $(Y_{Dmin} = 1.0 ; Y_{Dmax} = 1.70)$
Average	2.30	



**Gambar 2.13** Grafik untuk Mencari Nilai  $F_M$   
(Sumber: Design Manual, NAVFAC DM-7, 1971)

$$M_R = M_R \text{ dari tanah} + \Delta M_R \text{ dari ceruk}$$

keterangan:

$$\begin{aligned} M_R &= SF_{\text{yang diinginkan}} \times M_D \\ M_R \text{ dari tanah} &= SF_{\text{yang ada}} \times M_D \end{aligned}$$

Maka:

$$(SF_{\text{yang diinginkan}} \times M_D) = (SF_{\text{yang ada}} \times M_D) + \Delta M_R \text{ dari ceruk}$$

$$\Delta M_R \text{ dari ceruk} = (SF_{\text{yang diinginkan}} - SF_{\text{yang ada}}) \times M_D$$

Tambahan  $\Delta M_R$  tersebut merupakan tambahan momen penahan yang ditimbulkan oleh adanya ceruk, sehingga jumlah ceruk yang dibutuhkan (n), adalah:

$$n \times P_{\text{max 1 ceruk}} \times R = (SF_{\text{yang diinginkan}} - SF_{\text{yang ada}}) \times M_D$$

$$n = \frac{(SF_{\text{yang diinginkan}} - SF_{\text{yang ada}}) \times M_D}{P_{\text{max 1 ceruk}} \times R}$$

## 2.10 Tekanan Tanah Lateral

Dinding penahan tanah, turap, galian yang diperkokoh maupun tidak, semuanya memerlukan perkiraan tekanan tanah lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa

stabilitas. Tekanan tanah lateral merupakan salah satu bagian perencanaan penting, khususnya dalam hal teknik pondasi maupun bangunan penahan tanah.

Dalam memperkirakan dan menghitung kestabilan dinding penahan, diperlukan menghitung tekanan ke arah samping (lateral). Tekanan lateral terjadi karena massa tanah menerima beban akibat tegangan normal maupun berat kolom tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya tekanan ke arah tegak lurus atau ke arah samping. Besarnya tekanan tanah lateral sendiri sangat dipengaruhi oleh fisik tanah, sudut geser, dan kemiringan tanah terhadap bentuk struktur dinding penahan.

Tekanan tanah lateral dibagi menjadi tekanan tanah dalam keadaan diam, tekanan tanah aktif, dan tekanan tanah pasif. Tekanan tanah dalam kondisi diam terjadi akibat massa tanah pada dinding penahan berada dalam kondisi seimbang. Tekanan tanah aktif merupakan tekanan yang berusaha untuk mendorong dinding penahan tersebut kedepan. Sementara tekanan tanah pasif merupakan tekanan yang berusaha mengimbangi tekanan tanah aktif.

### 2.10.1 Tekanan Lateral Aktif

Tekanan aktif merupakan tekanan yang mendorong dinding penahan tanah ke arah horizontal. Sementara dinding penahan tanah harus dalam keadaan seimbang dalam menahan tekanan arah horizontal. Tekanan ini dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah  $K_a$ . Rumusan tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_a = K_a \times \gamma \times H \quad [2.47]$$

keterangan nilai  $K_a$ :

- Untuk tanah datar:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad [2.48]$$

- Untuk tanah miring:

$$K_a = \left( \frac{\cos Q}{1 + \sqrt{\frac{\sin Q \sin(Q-\delta)}{\cos \delta}}} \right)^2 \quad [2.49]$$

keterangan:

Q = sudut geser tanah

$\delta$  = kemiringan tanah

Selain itu, kohesi sebagai lekatan antara butiran tanah juga memiliki pengaruh mengurangi tekanan aktif tanah yaitu sebesar  $2c\sqrt{K_a}$ , sehingga perumusan menjadi:

$$\sigma_a = K_a \times \gamma \times H - 2 \times c \times \sqrt{K_a} \quad [2.50]$$

### 2.10.2 Tekanan Lateral Pasif

Rumusan tekanan horizontal pasif dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_p = K_p \times \gamma \times H \quad [2.51]$$

Dimana nilai  $K_p$

-Untuk tanah datar adalah:

$$K_p = \frac{1 + \sin Q}{1 - \sin Q} = \tan^2 \left( 45 + \frac{Q}{2} \right) = \frac{1}{K_a} \quad [2.52]$$

-Untuk tanah miring adalah:

$$K_a = \left( \frac{\cos Q}{1 + \sqrt{\frac{\sin Q \sin(Q+\delta)}{\cos \delta}}} \right)^2$$

keterangan:

Q = sudut geser tanah

$\delta$  = kemiringan tanah

Dalam kasus tekanan lateral pasif, kohesi (lekatan antar butiran tanah) mempunyai pengaruh memperbesar tekanan pasif tanah sebesar  $2c\sqrt{K_a}$ , sehingga perumusan menjadi:

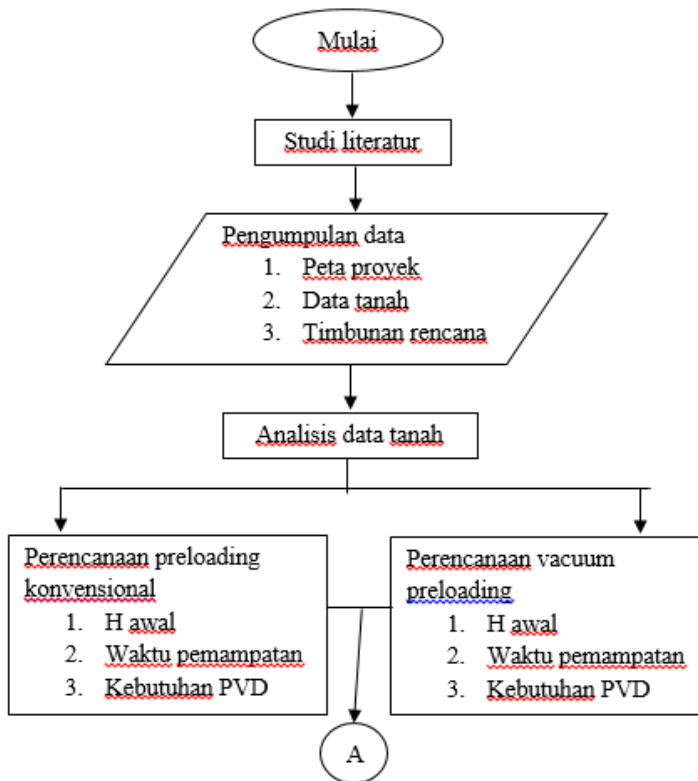
$$\sigma_p = K_p \times \gamma \times H + 2 \times c \times \sqrt{K_p} \quad [2.53]$$

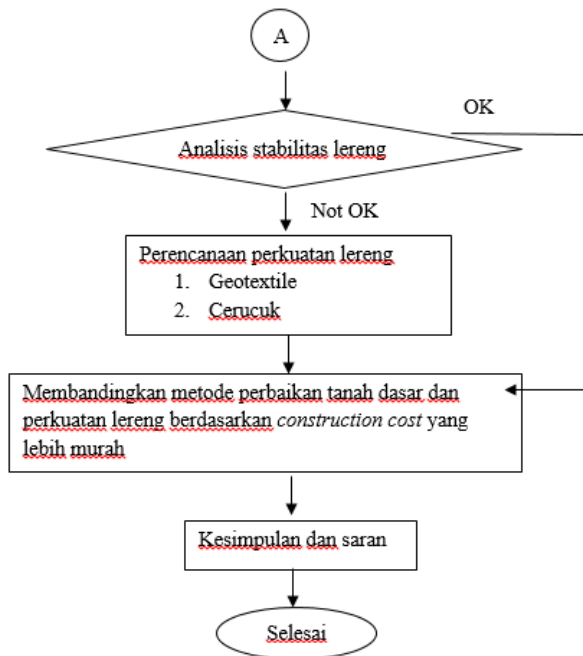


## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Bagan Alir

Bagan alir untuk proses pengerjaan tugas akhir dalam perencanaan perbaikan tanah dasar dan kestabilan lereng pada jalan Tol Ngawi-Kertosono, Jawa Timur ditunjukkan pada **Gambar 3.1**





**Gambar 3.1** Diagram Alir Tugas Akhir

### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur berupa pengumpulan materi-materi yang akan digunakan sebagai acuan perencanaan perkuatan lereng. Adapun bahan studi yang akan digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan *vacuum preloading* sebagai perbaikan tanah dasar
2. Perencanaan *preloading* konvensional sebagai perbaikan tanah dasar
3. Perhitungan kedalaman dan jarak PVD
4. Referensi mengenai perhitungan stabilitas lereng
5. Referensi tentang software Geoslope

6. Perhitungan perencanaan *geotextile* sebagai konstruksi perbaikan lereng
7. Perhitungan perencanaan cerucuk sebagai konstruksi perbaikan lereng

### 3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data sekunder.

1. Layout proyek dan peta topografi
2. Data Tanah lokasi
3. Timbunan rencana
4. Data Spesifikasi *geotextile*
5. Data Spesifikasi Cerucuk (*Micropile*)
6. Data Spesifikasi PVD

### 3.4 Analisa Data Tanah

Data tanah yang ada di analisa untuk mengetahui jenis tanah dan kedalaman tanah mudah mampat (*compressible*).

### 3.5 Perhitungan Perbaikan Tanah Dasar

Perencanaan perbaikan tanah dasar dengan metode berikut:

a. Perbaikan Tanah Dasar dengan sistem *vacuum preloading*

- Menghitung angka peningkatan daya dukung jika menggunakan sistem *vacuum preloading*
- Menghitung kebutuhan dan jarak PVD
- Menghitung tinggi timbunan yang dibutuhkan

b. Perbaikan Tanah dasar dengan system *preloading konvensional*

- Menghitung angka peningkatan daya dukung jika menggunakan sistem *preloading konvensional*
- Menghitung kebutuhan dan jarak PVD
- Menghitung tinggi timbunan yang dibutuhkan

### 3.6 Perhitungan Perkuatan Lereng

Perencanaan perkuatan dengan alternatif berikut:

- a. Perkuatan lereng dengan geotextile
  - Menentukan tipe geotextile
  - Merencanakan jarak antar geotextile
  - Menghitung panjang dan banyak geotextile yang dibutuhkan
- b. Perkuatan lereng dengan cerucuk
  - Merencanakan jumlah cerucuk yang dibutuhkan
  - Menghitung panjang cerucuk yang dibutuhkan
  - Menentukan jarak pemasangan cerucuk

### 3.7 Perhitungan biaya *construction cost*

Perhitungan biaya yang dibandingkan berupa biaya material, *equipment*

## BAB IV DATA DAN ANALISA

### 4.1 Data Tanah

Data tanah yang tersedia pada lokasi proyek merupakan penyelidikan yang dilakukan oleh Laboratium Uji Material Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP ITS pada tahun 2015. Data yang tersedia adalah 3 data SPT (Standard Penetration Test) dengan kedalaman 30 m. Pengambilan undisturbed sample diambil dengan pada setiap kedalaman -1m, -3m, -5m, -10m, -15m, -20m, -25m, dan -30m. SPT diambil setiap interval 2.5 meter. Sondir ringan kapasitas 2.5 ton sebanyak 27 titik, dan hand boring maksimal kedalaman 5 m sebanyak 7 titik. Pengambilan sample *hand boring* tiap kedalaman -1m, -3m, -5m. Tes laboratorium terhadap sample undisturbed. Titik bor, sondir, dan hand boring letaknya sesuai pada Tabel 4.1. Data-data tersebut terlampir pada Lampiran 1. Dalam data tanah SPT yang terlampir dapat dilihat bahwa sebagian besar tanah lokasi merupakan tanah lempung sampai kedalaman 20 meter dan muka air tanah tidak terdeteksi.

Tabel 4.1 Lokasi Titik Sample

NO	TITIK	STA	NO	TITIK	STA
1	S3	110+500	11	S20	111+950A
2	BH2	110+500A	12	S21	111+950B
3	BH3	110+500C	13	S22	111+950C
4	S24	111+120A	14	BD2	111+950
5	S23	111+120B	15	S18	112+300
6	S25	111+120C	16	S4	112+610A
7	BD1	111+120	17	S5	112+610B
8	S19	111+480	18	S6	112+610C
9	S26	111+500A	19	BD3	112+610
10	S27	111+500B	20	S7	113+000

NO	TITIK	STA
21	S8	113+320
22	S9	113+800
23	BH1	113+800
24	S10	114+600
25	BD4	114+600
26	S11	115+200A
27	S12	115+200B
28	S13	115+200C
29	BD5	115+200
30	S14	117+420A

Data tanah dianalisa dengan membandingkan jenis tanah, analisa SPT, dan nilai tahanan conus dari sondir untuk mendapatkan konsistensi tanah, sehingga dapat diketahui tanah yang mampu mampat dan adanya pasir dalam tanah tersebut.

Jumlah data sondir jauh lebih banyak dan merata dari pada data yang lain. Maka dari itu hanya data sondir yang akan diperhitungkan mewakili jenis tanah dan konsistensi tanah sepanjang jalan. Tentunya akan dilakukan beberapa pendekatan dan korelasi untuk mendapatkan data yang diperlukan di dalam perhitungan.

#### 4.1.1 Data Tanah Dasar

Data parameter tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini diperoleh dari hasil penyelidikan tanah di lokasi (22 Sondir). Contoh nilai parameter sondir dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan lengkap nya terdapat pada Lampiran 1.

Tabel 4.2 Parameter Tanah Dasar Sondir 19

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma sat	$\phi$		LL		PI	Cv		
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	KN/m3	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	4.2	clays	sangat lunak	6.9	1.725	1	0.5	16	0	3.5	60	1.82	0.32	40	0.00005
4.2	6.2	clays	lunak	18.4	4.6	4	2	19	0	2	60	0.75	0.15	40	0.0003
6.2	14.6	clays	menengah	32.7	8.175	8	4	20	0	1.3	60	0.45	0.10	40	0.00065
14.6	19	clays	kaku	51.4	12.85	12	6	19	0	1.15	60	0.40	0.10	40	0.0075

#### 4.1.2 Pembagian zona

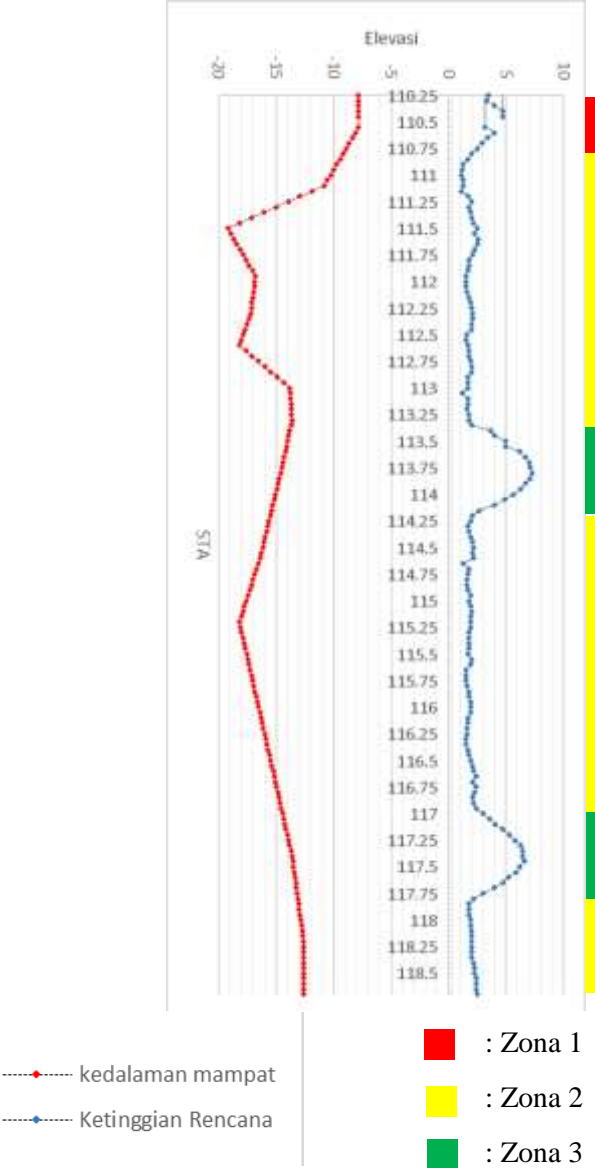
Stratigrafi adalah gambar grafik yang menunjukkan kedalaman tanah dasar yang mampu mampat dan tinggi timbunan yang direncanakan sepanjang jalan yang ditinjau. Kedalaman tanah yang mampu mampat merupakan ketika konsistensi tanah berupa sangat lunak, lunak, dan menengah. Apabila konsistensi tanah sudah mencapai kaku, maka sudah tidak dapat ditembus PVD.

Dalam Tugas Akhir ini jalan yang ditinjau sepanjang 8km. STA yang direncanakan adalah setiap 50 meter. Hasil dari parameter tanah dasar, menjadi dasar dalam pembuatan stratigrafi, dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Jalan sepanjang 8km ini dibagi dengan 3 zona. Zona pertama merupakan STA 110+250 hingga STA 110+750. Zone kedua ada pada tiga tempat, yaitu STA 110+750 hingga STA 113+350; STA 114+150 hingga STA 116+950, dan STA 117+750 hingga STA 118+700. Zona ketiga terdapat pada dua tempat yaitu STA 113+400 hingga STA 114+100 dan STA 117+000 hingga STA 117+700. Pembagian zona juga terlihat pada Gambar 4.1.

Zona 1 dibuat karena tanah dasar mampu mampat nya lebih pendek dari 10 meter. Zona dua karena tanah dasar mampu mampatnya mencapai kedalaman 19 meter dan ketinggian timbunan rencananya rendah. Zona tiga karena ketinggian timbunan rencananya tertinggi yaitu mencapai 7,3 meter. Pembagian zona, kedalaman tanah mampu mampat, dan ketinggian rencana ditunjukkan pada Gambar 4.1.

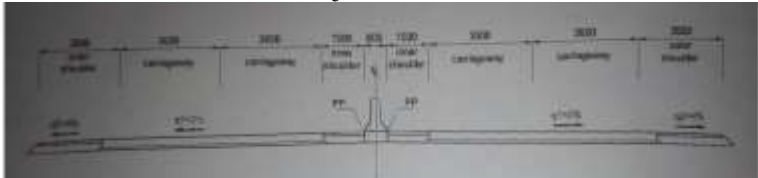
Gambar 4.1 Stratigrafi





#### 4.2 Data Timbunan

Kemiringan ( <i>slope</i> )	: 1: 2
Lebar badan jalan rencana	: 24.2 m
Ø	: 30 <sup>0</sup>
$\gamma$ sat timbunan	: 1,80 t/m <sup>3</sup>
Fluktuasi muka air banjir	: 2 meter



Gambar 4.2 Data jalan

#### 4.3 Data Geotextile

*Geotextile* digunakan pada alternatif timbunan. *Geotextile* direncanakan menggunakan spesifikasi Unggul-Tex UW 250 dengan *tensile strength* 52 KN/m produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### 4.4 Data Cerucuk

Cerucuk direncanakan menggunakan cerucuk WIKA BETON. Spesifikasi cerucuk yang digunakan adalah cerucuk lingkaran dengan diameter 30 cm kelas C. Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### 4.5 Data Vertical Drain

*Vertical drain* yang digunakan adalah *Prefabricated Vertical Drain* merk CeTeau Drain CT-D812 produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Weight = 70 g/m
- Thickness (a) = 100 mm
- Width (b) = 3 mm

Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **BAB V**

### **PERENCANAAN DAN PEMILIHAN ALTERNATIF**

#### **5.1 Penentuan Data Tanah yang Digunakan**

Pada tiap zonanya ada data tanah yang mewakili, untuk zona 1 hanya ada 1 data tanah pada zona itu, yaitu S3. Zona 2 dipilih data tanah yang memiliki tanah mampu mampatnya yang terdalam, yaitu S19. Zona 3 dipilih data tanah S9 karena tepat pada timbunan tertinggi.

#### **5.2 Perhitungan Preloading Konvensional**

Preloading merupakan proses pemberian tekanan pada tanah sesuai dengan beban yang akan diterima tanah saat nantinya akan beroperasi. Metode konvensional melakukan preloading dengan cara memberi beban berupa tanah timbunan.

##### **5.2.1 Perencanaan Sc dan H initial Zona 3**

Tinggi timbunan yang direncanakan pada Zona 3 paling tinggi adalah 7.3 meter, dengan tanah mampu mampat 14 meter. Perhitungan Zona 3 ini berdasarkan data S9, dengan kedalaman selanjutnya berupa lempung. Maka jalan keluarnya air dalam tanah hanya atas. Untuk mendapatkan nilai  $H_{\text{inisial}}$  dilakukan perhitungan pemampatan konsolidasi akibat variasi pemberian beban timbunan (q). Variasi beban timbunan yang diberikan yaitu:

$$\begin{aligned} H \text{ timbunan} &= 1 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 1.8 \text{ t/m}^2 \\ H \text{ timbunan} &= 2 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 3.6 \text{ t/m}^2 \\ H \text{ timbunan} &= 3 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 5.4 \text{ t/m}^2 \\ H \text{ timbunan} &= 4 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 7.2 \text{ t/m}^2 \\ H \text{ timbunan} &= 5 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 9 \text{ t/m}^2 \\ H \text{ timbunan} &= 6 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 10.8 \text{ t/m}^2 \\ H \text{ timbunan} &= 7 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 12.6 \text{ t/m}^2 \\ H \text{ timbunan} &= 8 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 14.4 \text{ t/m}^2 \\ H \text{ timbunan} &= 9 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 16.2 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Beban tersebut didistribusikan ke kedalaman tanah yang ditinjau ( $z$ ) sebagai beban merata trapesium. Lalu dihitung tegangan tanah asli efektif ( $\sigma'_o$ ) dan distribusi tegangan akibat  $q$  total ( $\Delta\sigma'$ ). Berikut adalah contoh perhitungan tegangan tanah asli efektif efektif ( $\sigma'_o$ ) akibat timbunan:

Pada lapisan 1:

$$H = 1 \text{ m}$$

$$Z = 0.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}(\sigma'_o) &= \gamma' \times Z \\ &= (0,6 \text{ t/m}^3) \times 0,5 \text{ m} \\ &= 0,3 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Besar tegangan akibat beban timbunan ( $\Delta\sigma'$ ) ditentukan dengan Persamaan 2.7. Berikut adalah contoh perhitungan tegangan akibat beban timbunan ( $\Delta\sigma'$ ) dengan  $q = 1.8 \text{ t/m}^2$ :

Pada lapisan 1:

$$\begin{aligned}Z &= 0,5 \text{ m} \\ B1 &= \frac{\text{lebar jalan rencana}}{2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{24,2 \text{ m}}{2} \\ &= 12,1 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B2 &= 2 \times H \text{ total} \\ &= 2 \times 1 \text{ m} \\ &= 2 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha1 &= \tan^{-1}\left(\frac{B1+B2}{z}\right) - \tan^{-1}x\left(\frac{B1}{z}\right) \text{ (radian)} \\ &= \tan^{-1}\left(\frac{12,1+2}{0,5}\right) - \tan^{-1}x\left(\frac{12,1}{0,5}\right) \text{ (radian)} \\ &= 0,335^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha2 &= \tan^{-1}x\left(\frac{B1}{z}\right) \text{ (radian)} \\ &= \tan^{-1}x\left(\frac{12,1}{0,5}\right) \text{ (radian)} \\ &= 87,634^\circ\end{aligned}$$

$$q_0 = 1.8 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}
\Delta\sigma' &= \frac{q_o}{\pi} x \left[ \left( \frac{B_1+B_2}{B_2} \right) x (\alpha_1 + \alpha_2) - \left( \frac{B_1}{B_2} x \alpha_2 \right) \right] \\
&= \frac{1.8}{\pi} x \left[ \left( \frac{12.1+2}{2} \right) x (0.335 + 87.634) - \left( \frac{12.1}{2} x 87.634 \right) \right] \\
&= 0.9 \text{ t/m}^2 \\
2\Delta\sigma' &= 2 \times 0.9 \text{ t/m}^2 \\
&= 1.8 \text{ t/m}^2
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan  $\Delta\sigma'$  untuk seluruh lapisan ditampilkan pada Lampiran 3.

Kemudian dilakukan perhitungan *settlement* yang terjadi akibat setiap  $q$  yang ditentukan. Berikut adalah contoh perhitungan *settlement* tanah dasar akibat beban timbunan sebesar  $q = 1.8 \text{ t/m}^2$ :

Pada lapisan 1:

$$\begin{aligned}
H_i &= 1 \text{ m} \\
C_c &= 0.97 \\
C_s &= 0.18 \\
e_0 &= 2.38 \\
\sigma'_{o0} &= 0.3 \text{ t/m}^2 \\
2\Delta\sigma' &= 1.8 \text{ t/m}^2 \\
\sigma'_{o0} + 2\Delta\sigma' &= 0.3 \text{ t/m}^2 + 1.8 \text{ t/m}^2 \\
&= 2.1 \text{ t/m}^2 \\
P_{\text{fluktuasi}} &= 2 \text{ t/m}^2 \\
\sigma'_{c'} &= \sigma'_{o0} + P_{\text{fluktuasi}} \\
&= 0.3 \text{ t/m}^2 + 2 \text{ t/m}^2 \\
&= 2.3 \text{ t/m}^2 \\
OCR &= \frac{\sigma'_{c'}}{\sigma'_{o0}} \\
&= \frac{2.3 \text{ t/m}^2}{0.3 \text{ t/m}^2} \\
&= 7.67 > 1 \rightarrow OC
\end{aligned}$$

$\sigma'_{o0} + \Delta\sigma' \leq \sigma'_{c'}$ . Sehingga:

$$\begin{aligned}
Sc &= \frac{C_s \cdot H_0}{1 + e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma}{\sigma'_{vo}} \\
Sc &= \frac{0.32}{1+3.5} \cdot \log \frac{2.1}{0.3}
\end{aligned}$$

Sc = 0,045 m

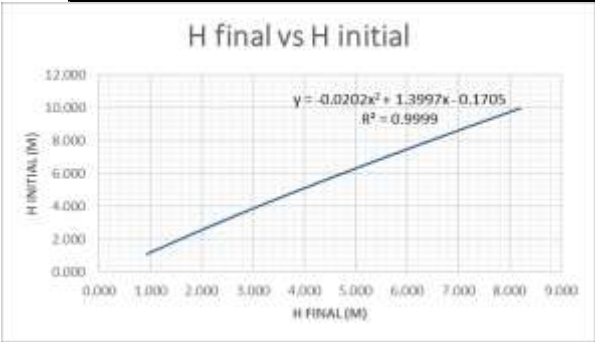
Total pemampatan yang terjadi dari seluruh layer tanah beban timbunan sebesar  $q = 1.8 \text{ t/m}^2$  adalah sebesar 0.151 m. Maka  $H_{\text{initial}} = 1.8 \text{ t/m}^2 + (0.151 \text{ m} * 1 \text{ t/m}^3) = 1.951 \text{ t/m}^2 / 1,8 \text{ t/m}^3 = 0,933 \text{ m}$ .

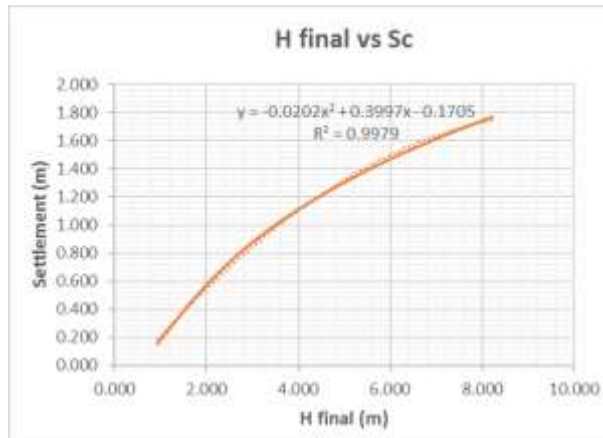
Dari perhitungan

Tabel 5Error! No text of specified style in document..1

Hasil Perhitungan  $H_{\text{initial}}$  Zona A

q timb	Sc akibat q timb	H initial	H final
t/m2	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	$(A+B*\gamma_w)/\gamma_t$	$(A-B*\gamma')/\gamma_t$
A	B	C	G
1.8	0.151	1.084	0.933
3.6	0.493	2.274	1.781
5.4	0.782	3.434	2.653
7.2	1.013	4.563	3.550
9	1.206	5.670	4.464
10.8	1.374	6.763	5.389
12.6	1.522	7.845	6.324
14.4	1.654	8.919	7.265
16.2	1.774	9.985	8.212





Gambar 5.1 Grafik penentuan H awal dan SC

Tabel 5.2 Rekap H inisial dan Sc tiap H final zona 3

H final (m)	H initial (m)	Sc (m)
4	5.1	1.1
5	6.3	1.3
6	7.5	1.5
7.3	9.0	1.7

### 5.2.2 Perhitungan pemampatan dengan rencana H = 7.3 m

Direncanakan timbunan dengan rencana h final = 7.3m, maka butuh menimbun awalnya setinggi 9 m.  $\gamma$  sat timbunan = 1,8 t/m<sup>3</sup>. Maka direncanakan q = 16,2 t/m<sup>2</sup>. Tabel perhitungan mencari SC dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3

Perhitungan pemampatan dengan rencana  $h$  final = 7.3 m

akibat timbunan																				
Kedalaman H (m)	Tebal lapisan (m)	z (m)	e	Cc	Cs	$\alpha_1$ °	$\alpha_2$ °	$\Delta\sigma$ t/m <sup>2</sup>	$2\Delta\sigma$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma$ sat t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma' * H$ t/m <sup>2</sup>	$\gamma' * H_{kum}$ t/m <sup>2</sup>	$\sigma^0$ t/m <sup>2</sup>	$\sigma^c$ t/m <sup>2</sup>	OCR	NC/OC soil	$\Delta\sigma + \sigma^0$ t/m <sup>2</sup>	Sc (m)	$\Sigma Sc$ (m)
0 - 1	1	0.5	2.380	0.970	0.180	1.415	87.634	8.100	16.200	1.600	0.600	0.600	0.600	0.300	2.300	7.67	OC Soil	16.500	0.293	0.293
1 - 2	1	1.5	2.380	0.970	0.180	4.214	82.933	8.098	16.196	1.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.900	3.22	OC Soil	17.096	0.248	0.544
2 - 3	1	2.5	2.380	0.970	0.180	6.926	78.326	8.092	16.183	1.600	0.600	0.600	1.800	1.500	3.500	2.33	OC Soil	17.683	0.221	0.762
3 - 4	1	3.5	2.380	0.970	0.180	9.500	73.867	8.078	16.156	1.600	0.600	0.600	2.400	2.100	4.100	1.95	OC Soil	18.256	0.202	0.964
4 - 5	1	4.5	1.250	0.430	0.100	11.897	69.600	8.055	16.109	1.900	0.900	0.900	3.300	2.850	4.850	1.7	OC Soil	18.959	0.123	1.087
5 - 6	1	5.5	1.250	0.430	0.100	14.089	65.556	8.020	16.041	1.900	0.900	0.900	4.200	3.750	5.750	1.53	OC Soil	19.791	0.111	1.198
6 - 7	1	6.5	0.950	0.350	0.090	16.059	61.756	7.975	15.950	2.000	1.000	1.000	5.200	4.700	6.700	1.43	OC Soil	20.650	0.095	1.293
7 - 8	1	7.5	0.950	0.350	0.090	17.801	58.208	7.918	15.835	2.000	1.000	1.000	6.200	5.700	7.700	1.35	OC Soil	21.535	0.086	1.375
8 - 9	1	8.5	0.950	0.350	0.090	19.318	54.913	7.850	15.699	2.000	1.000	1.000	7.200	6.700	8.700	1.3	OC Soil	22.399	0.079	1.455
9 - 10	1	9.5	0.950	0.350	0.090	20.620	51.864	7.771	15.542	2.000	1.000	1.000	8.200	7.700	9.700	1.26	OC Soil	23.242	0.073	1.533
10 - 11	1	10.5	0.950	0.350	0.090	21.720	49.050	7.683	15.367	2.000	1.000	1.000	9.200	8.700	10.700	1.23	OC Soil	24.067	0.067	1.598
11 - 12	1	11.5	0.950	0.350	0.090	22.634	46.456	7.587	15.175	2.000	1.000	1.000	10.200	9.700	11.700	1.21	OC Soil	24.875	0.063	1.661
12 - 13	1	12.5	0.950	0.350	0.090	23.379	44.068	7.485	14.969	2.000	1.000	1.000	11.200	10.700	12.700	1.19	OC Soil	25.669	0.058	1.719
13 - 14	1	13.5	0.950	0.350	0.090	23.974	41.870	7.376	14.733	2.000	1.000	1.000	12.200	11.700	13.700	1.17	OC Soil	26.453	0.054	1.774



### 5.2.3 Perencanaan Perbaikan Tanah dengan PVD

#### 5.2.3.1 Perhitungan waktu konsolidasi (t)

Perhitungan waktu konsolidasi (t) sebagai berikut adalah contoh perhitungan untuk tanah dasar pada perhitungan  $h = 7.3$  m atau  $q = 16,2$  t/m<sup>2</sup> pada Zona 3:

$$t = \frac{T_v \cdot (H_{dr})^2}{C_v}$$

dengan:

$$T_v90 = 0,848$$

$$H_{dr} = 14 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left( \frac{H_1}{\sqrt{Cv_1}} + \frac{H_2}{\sqrt{Cv_2}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{Cv_n}} \right)^2} \text{ (Persamaan 2.20)} \\ &= \frac{(4 + 2 + 8)^2}{\left( \frac{4}{\sqrt{0,0002}} + \frac{2}{\sqrt{0,0007}} + \frac{8}{\sqrt{0,0009}} \right)^2} \\ &= 0,0005016 \text{ cm}^2/\text{detik} \\ &= 0,00000005016 \text{ m}^2/\text{detik} \\ &= 0,15818 \text{ m}^2/\text{tahun} \\ t &= \frac{0,848 \cdot (14\text{m})^2}{0,15818 \text{ m}^2/\text{tahun}} \\ &= 140 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Karena waktu yang dibutuhkan untuk konsolidasi sebesar 90% sangat lama, maka diperlukan bantuan *vertical drain* untuk mempercepat waktu konsolidasi tersebut. Jenis *vertical drain* yang dipakai adalah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD).

#### 5.2.3.2 Perencanaan Kedalaman PVD

Kedalaman tanah mampu mampat pada S<sub>9</sub> yaitu sampai kedalaman 14 meter, apabila mampu memasang PVD kurang dari 14 meter dan tetap dalam kondisi aman dengan asumsi penurunan 2cm/tahun, maka biaya yang digunakan dapat berkurang atau lebih menguntungkan dibandingkan apabila memasang PVD sampai 14 meter.

Penurunan dibagi menjadi 2 bagian yaitu, penurunan jangka pendek, yang merupakan penurunan akibat PVD.

Penurunan jangka panjang, yang merupakan penurunan akibat pemampatan lapisan tanah di bawah kedalaman ujung PVD. Penurunan dapat diterima bila kecepatan penurunan jangka panjang rata-rata per tahun  $\leq 2$  cm/tahun. Diasumsikan jika berjalan 3 tahun melakukan overlay. Hasil penentuan kedalaman PVD dapat dilihat pada Tabel 5.4

$$\begin{aligned}
 T_v \text{ 3 tahun} &= \left( \frac{3xC_v g a b}{H d r^2} \right) \\
 T_v &= \left( \frac{3 \times 15818}{1400^2} \right) = 0.0242 \\
 U_v &= \frac{4 \pi T_v}{\pi^{0.5}} \\
 U_v &= 18\%
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan apabila PVD sampai kedalaman 1 meter:

Sc pada kedalaman 0m - 1m = 0,293 = Sc akibat PVD

Sc pada kedalaman 1m – 14m = 1,48m = Sc sisa

Sc 3 tahun kemudian =  $1,48 * 18\% = 0,26 \text{ m} = 26 \text{ cm}$   
dalam 3 tahun

Sc cm/tahun =  $8,67 \geq 2 \text{ cm}$  (PVD masih kurang dalam)

Apabila PVD sampai kedalaman 2 meter:

Sc pada kedalaman 0m – 2m = 0.541 = Sc akibat PVD

Sc pada kedalaman 2m – 14m = 1,233m = Sc sisa

Sc 3 tahun kemudian  $1,233 * 18\% = 0,216 \text{ m} = 21,6 \text{ cm}$   
dalam 3 tahun

Sc cm/tahun =  $7,21 \geq 2 \text{ cm}$  (PVD masih kurang dalam)

Perhitungan dilakukan sampai sc cm/tahun nya dibawah 2 cm/tahun. Kedalaman PVD yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Perbandingan Kedalaman PVD dalam *Rate of Settlement*

Kedalaman PVD yang ditanam(m)	Sc akibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (sc yang tidak dicapai PVD) (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.311	10.38
1	0.293	0.260	8.67
2	0.541	0.216	7.21
3	0.762	0.178	5.92
4	0.964	0.142	4.74
5	1.087	0.120	4.02
6	1.198	0.101	3.37
7	1.293	0.084	2.81
8	1.379	0.069	2.31
9	1.458	0.055	1.85
10	1.531	0.043	1.42
11	1.598	0.031	1.03
12	1.661	0.020	0.66
13	1.719	0.010	0.32
14	1.774	0.000	0.00

Maka Cv gabungan yang dipakai hanya sampai kedalaman 9 m

Tabel 5.5 Cv gabungan sepanjang PVD

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	$\sqrt{Cv}$	H/ $\sqrt{Cv}$	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.00020	0.014142	70.71	0.00038541	12154.4
2	1	0.00020	0.014142	70.71		
3	1	0.00020	0.014142	70.71		
4	1	0.00020	0.014142	70.71		
5	1	0.00070	0.026458	37.80		
6	1	0.00070	0.026458	37.80		
7	1	0.00090	0.03	33.33		
8	1	0.00090	0.03	33.33		
9	1	0.00090	0.03	33.33		

### 5.2.3.3 Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Tujuan dari pemasangan PVD pada perencanaan ini adalah untuk membantu mempercepat proses pemampatan konsolidasi, sehingga dapat berlangsung dengan waktu yang relatif singkat. Perencanaan PVD dalam Tugas Akhir ini menggunakan pola persegi dan pola segitiga, dengan jarak antar PVD (S) yang dihitung adalah 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5 meter. Dengan pola pemasangan segitiga dan segiempat.

D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertical drain*.

= 1,05 x S untuk segitiga

= 1,13 x s untuk segiempat

#### 5.2.3.3.1 Perencanaan PVD dengan pola segitiga

Berikut adalah contoh perhitungan perencanaan PVD pola segitiga untuk sisi sebelum sungai dengan jarak S= 0.75 m:

- Menghitung Fungsi Hambatan PVD (F(n)).

D = diameter ekuivalen dari lingkaran tanah

yang merupakan daerah pengaruh dari *vertical drain*.

$$\begin{aligned}
 &= 1,05 \times S \\
 &= 1,05 \times 0.75 \\
 &= 0.7875 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dw &= 2(a+b)/\pi \\
 &= 2(100+3)/\pi \\
 &= 51,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= D/dw \\
 &= 0.7875 \text{ m} / 0,0515 \text{ m} \\
 &= 15.3
 \end{aligned}$$

$$F(n) = \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - 3/4 - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right]$$

$$F(n) = \left( \frac{15.3^2}{15.3^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(15.3) - 3/4 - \left( \frac{1}{4 * 15.3^2} \right) \right]$$

$$F(n) = 1.99$$

• Menghitung Derajat Konsolidasi Tanah Akibat Aliran Air Arah Vertikal ( $U_v$ ) dengan PVD

Dalam hal ini besarnya  $U_v$  diasumsikan kurang dari 60% sehingga untuk memperoleh nilai  $U_v$  maka terlebih dahulu perlu mengetahui nilai  $T_v$ .

$$C_v = 0,00004 \text{ cm}^2/\text{detik}$$

$$t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ detik}$$

$$H_{dr} = 14 \text{ m} = 1400 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 T_v &= \text{faktor waktu} = \frac{t \times C_v}{(H_{dr})^2} \\
 &= \frac{1 \text{ minggu} \times (604800 \text{ detik}) \times 0,000000004 \text{ m}^2/\text{detik}}{(14 \text{ m})^2}
 \end{aligned}$$

$$= 0,0003$$

$$U_v = \left( 2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \times 100\%$$

$$= \left( 2 \sqrt{\frac{0,0003}{\pi}} \right) \times 100\%$$

$$= 0,0191$$

- Menghitung Derajat Konsolidasi Tanah Akibat Aliran Air Arah Horizontal ( $U_h$ )

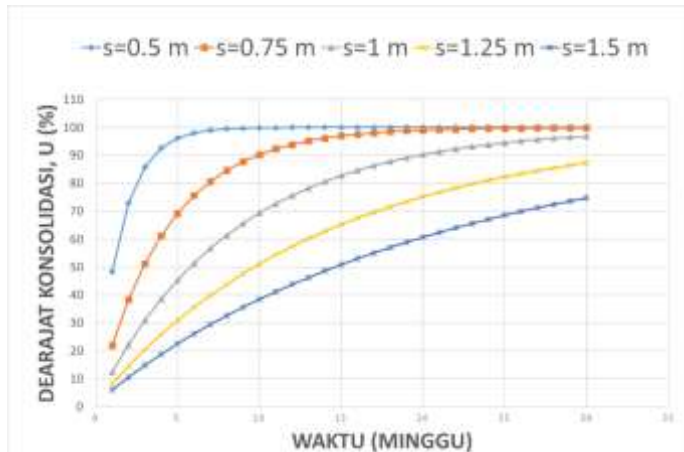
$$\begin{aligned}
 C_{vgab} &= 0,00004 \text{ cm}^2/\text{dtk} \\
 K_h/K_v &= 3 \\
 \text{Lebar PVD (a)} &= 100 \text{ mm} \\
 \text{Tebal PVD (b)} &= 3 \text{ mm} \\
 d_w &= 51,5 \text{ mm} \\
 Ch &= 3 \times C_v \\
 &= 3 \times 0,00000004 \text{ m}^2/\text{detik} \\
 &= 0.00000012 \text{ m}^2/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_h &= \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{tx8xCh}{D^2x2xF(n)} \right)}} \right) \right] \\
 &= \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{(1 \times 604800) \times 8 \times 0,00000012}{1,05^2 \times 2 \times 1,985} \right)}} \right) \right] \\
 &= 0,203
 \end{aligned}$$

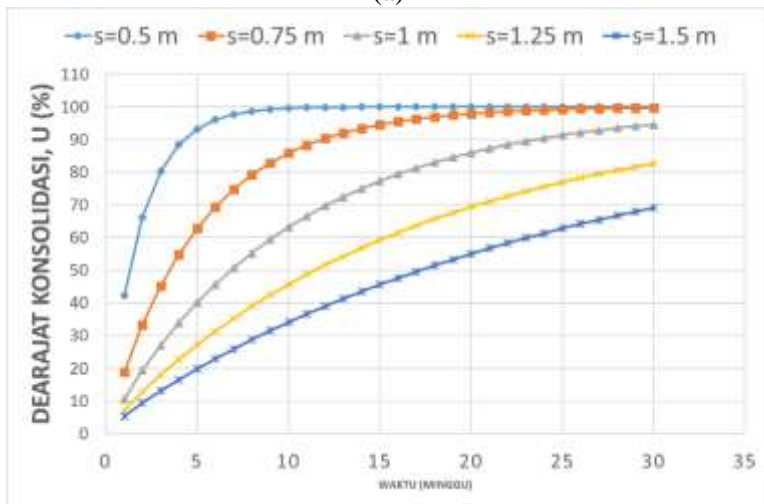
- Menghitung Derajat Konsolidasi rata-rata (Urata-rata)

$$\begin{aligned}
 U \text{ rata-rata} &= (1-(1-U_h) \times (1-U_v) \times 100\% \\
 &= (1-(1-0,0203) \times (1-0,0191) \times 100\% = 21.85 \%
 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas dilakukan untuk seluruh jarak PVD (S). Pada 5.2 ditampilkan grafik hubungan waktu dengan derajat konsolidasi dengan menggunakan PVD pola segitiga.



(a)



(b)

Gambar 5.2 Grafik Hubungan Derajat Konsolidasi ( $U$ ) dengan Waktu Timbunan dengan PVD (a) Pola Segitiga dan (b) pola segiempat

Dari Gambar 5.2 dipilih jarak antar PVD pola segitiga yang dipakai adalah 1 m. Pada Tabel 5.6 dapat dilihat derajat konsolidasi per minggu nya apabila menggunakan PVD pola segitiga dengan jarak 1 meter.

Tabel 5.6 Derajat konsolidasi PVD pola segitiga jarak 1m

segitiga 1					
t	U <sub>gab</sub>				
minggu	(%)			16	84.617
1	12.308	8	61.395	17	86.282
2	22.235	9	65.606	18	87.767
3	30.910	10	69.352	19	89.089
4	38.560	11	72.686	20	90.269
5	45.328	12	75.654	21	91.320
6	51.331	13	78.297	22	92.257
7	56.660	14	80.651	23	93.093
		15	82.749	24	93.839

#### 5.2.4 Alternatif Perencanaan Perkuatan *Geotextile* Perhitungan peningkatan kohesi *undrained* ( $C_u$ )

Perhitungan peningkatan nilai  $C_u$  perlu dilakukan untuk menentukan apakah tanah dasar cukup mampu memikul beban timbunan dengan peningkatan nilai  $C_u$  akibat adanya penimbunan dan bantuan PVD. Perhitungan tersebut dilakukan untuk menentukan apakah dibutuhkan perkuatan nantinya. Perkuatan berupa geotextile perlu dihitung apakah dapat menahan beban timbunan nantinya apabila sudah beroperasi.

Peningkatan nilai  $C_u$  menggunakan peningkatan saat final atau 100%.

1. Menghitung tegangan di tiap lapisan tanah untuk derajat konsolidasi ( $U$ ) 100%

Perhitungan perubahan tegangan didapat dari:

$$\sigma' = P_o + \Delta\sigma'$$

( $\Delta P_i$ ) dengan distribusi tegangan sesuai dengan kedalaman yang ditinjau.



Hasil perhitungan  $\Delta\sigma'$  dan  $\Delta P$  ditampilkan pada 5.**Error!**  
**Reference source not found.**8

Tabel 5**Error! No text of specified style in document..**7  
 Perubahan Tegangan Efektif Tanah Akibat Penimbunan

Tegangan efektif untuk U 100%					Derajat Konsolidasi U<100%				
Depth (m)		z (m)	Po'		Perubahan Tegangan	Po'		$\Delta P1'$	$\Sigma\sigma'$
			t/m2	t/m2		KN/m2	KN/m2		
			0	9.00	Tinggi Timbunan	0	9		
0	-	1	0.5	0.300	Kedalaman/ U(%)	1	100.000	t/m2	
1	-	2	1.5	0.900	Kedalaman/ U	1	1.000	t/m2	
2	-	3	2.5	1.500	0	-	1	0.300	16.200
3	-	4	3.5	2.100	1	-	2	0.900	16.196
4	-	5	4.5	2.850	2	-	3	1.500	16.183
5	-	6	5.5	3.750	3	-	4	2.100	16.156
6	-	7	6.5	4.700	4	-	5	2.850	16.109
7	-	8	7.5	5.700	5	-	6	3.750	16.041
8	-	9	8.5	6.700	6	-	7	4.700	15.950
					7	-	8	5.700	15.835
					8	-	9	6.700	15.699
									22.399

(Sumber : Hasil Analisa)

- Menghitung kenaikan harga Cu. Hasil perhitungan peningkatan nilai Cu ditampilkan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Peningkatan Nilai Cu

$\Sigma\sigma_p'$	Kedalaman			PI	Cu lama	Cek tanah asli (rumus (Ardana & Mochtar)	Cu tanah asli pakai	Cu baru
kg/cm2	(m)			%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
1.650	0	-	1	40	0.050	0.077	0.077	0.281
1.710	1	-	2	40	0.050	0.085	0.085	0.288
1.768	2	-	3	40	0.050	0.093	0.093	0.296
1.826	3	-	4	40	0.050	0.100	0.100	0.303
1.896	4	-	5	40	0.200	0.109	0.200	0.312
1.979	5	-	6	40	0.200	0.121	0.200	0.322
2.065	6	-	7	40	0.400	0.133	0.400	0.333
2.154	7	-	8	40	0.400	0.145	0.400	0.344
2.240	8	-	9	40	0.400	0.158	0.400	0.355

(Sumber: Hasil Analisis)

## Perencanaan Perkuatan dengan Geotextile

Perhitungan *geotextile* sebagai perkuatan tanah lereng. Penentuan jarak antar *geotextile* yaitu 0,3 m. Perhitungan *geotextile* membutuhkan hasil dari program bantu, yaitu SF dan Momen Penahan. Tinggi timbunan yang digunakan pada

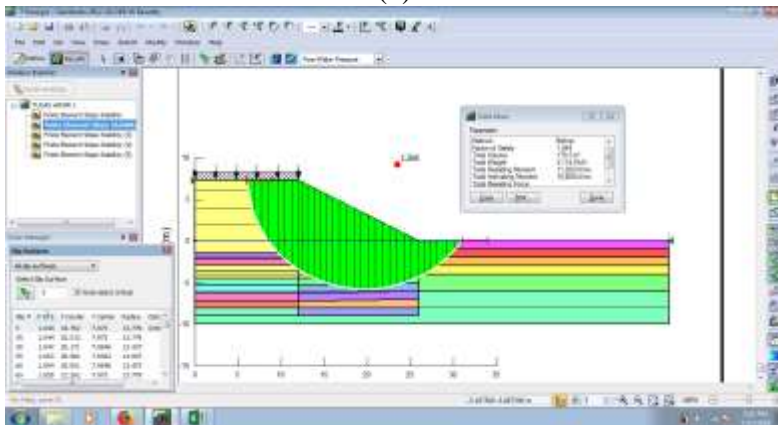
program bantu adalah h final yaitu 7.3 meter. Hasil dari program bantu Geostudio dapat dilihat pada tabel 5.9

**Tabel 5.9** Hasil Geostudio

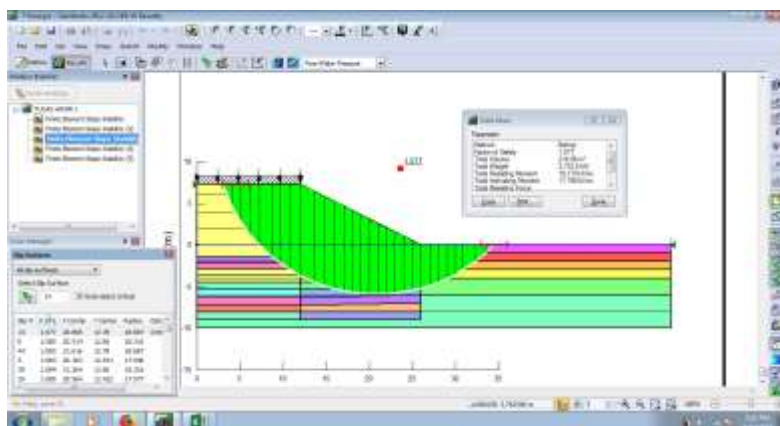
No	SF geostudio	Hasil geostudio					Perhitungan		
		MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat X Y		R m	SF rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)
1	1.01	7200.4	7166.2	20.9	7.9	12	1.25	8957.75	1757.35
2	1.04	11282	10808	19.8	8	13.8	1.25	13510	2228
3	1.08	19170	17798	20.9	12.8	18.7	1.25	22247.5	3077.5
4	1.2	23081	19284	21.6	13	19.4	1.25	24105	1024
5	1.03	7511.5	7325.4	20.8	7.9	12.1	1.25	9156.75	1645.25



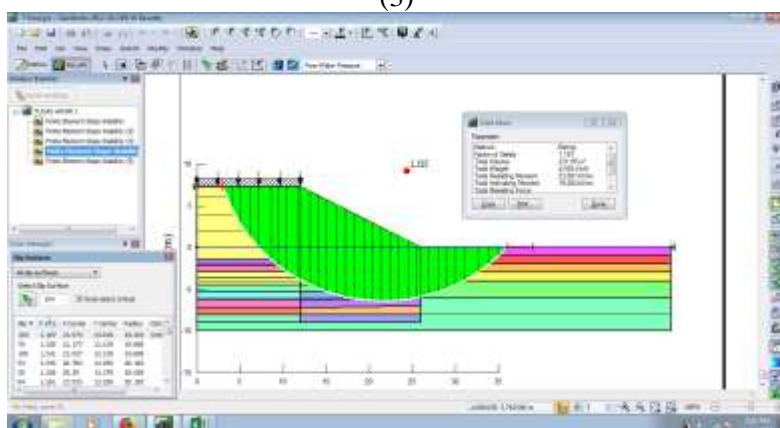
(1)



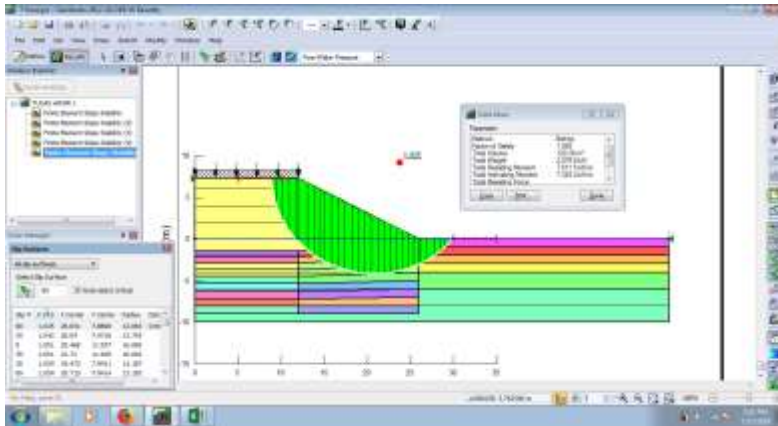
(2)



(3)



(4)



(5)

Gambar 5.3 hasil program bantu Geostudio

Berikut contoh perhitungan perencanaan *geotextile* saat H final dengan SF 1,01:

- ### 1. Perhitungan kuat tarik ijin

*Geotextile* :  $T_{ult} = 52 \text{ kN/m}$

$$T_{\text{allow}} = \frac{52}{1.2 \times 2.5 \times 1 \times 1} \quad T_{\text{allow}} = 17.333 \text{ kN/m}$$

- ## 2. Perhitungan Momen penahan rencana

SF rencana = 1.25

$$MR \text{ rencana} = S F_{rencana} * MD = 8957.75 \text{ kNm}$$
$$\Delta \text{MR} = 8957.75 - 7166.2 = 1757.35 \text{ kNm}$$

3. Perhitungan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor ( $L_e$ ). Perhitungan  $L_e$  dilakukan tiap lapisan. Berikut contoh perhitungan  $L_e$ :

Pada  $z = 0$  m dan  $S_v = 0.3$  m dengan SF rencana = 1,25

$$\text{diperoleh: } Le = \frac{0,3 \times 17,333 \times 1,25}{2(93,53 + (22,1) \times 0,8)}$$

$$Le = 0,223$$

Dipakai  $L_{e \min} = 1 \text{ meter}$

4. Perhitungan panjang *geotextile* di depan bidang longsor (LR) menggunakan rumus

$$L_R = (9 - 0) \times \operatorname{tg} \left( 45 - \frac{30}{2} \right)$$

$$L_R = 5,2 \text{ m}$$

5. Perhitungan panjang lipatan *geotextile* ( $L_o$ ) adalah setengah dari  $L_e$ , karena  $L_e$  lebih kecil dari 1 maka  $L_o = 1 \text{ m}$ .

6. Panjang total *geotextile* per lapis

$$L_{\text{total}} = L_e + L_R + L_o + S_v$$

$$L_{\text{total}} = 1 + 5,2 + 1 + 0,3 = 7,5 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

7. Menghitung tambahan Momen penahan akibat *geotextile*

$$MR = T_{\text{allow}} \times T_i \quad T_i : \text{jarak geotextile}$$

$$MR = 17,333 \times 9,36 \quad \text{dengan pusat bidang longsor}$$

$$MR = 136,93 \text{ kNm}$$

Hasil perhitungan Panjang total *geotextile* disajikan pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perhitungan kebutuhan *geotextile*

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	9.36	1	162.24	162.24	7362.64	1.027	1
0.30	9.06	1	157.04	319.28	7519.68	1.049	2
0.60	8.76	1	151.84	471.12	7671.52	1.071	3
0.90	8.46	1	146.64	617.76	7818.16	1.091	4
1.20	8.16	1	141.44	759.2	7959.60	1.111	5
1.50	7.86	1	136.24	895.44	8095.84	1.130	6
1.80	7.56	1	131.04	1026.48	8226.88	1.148	7
2.10	7.26	1	125.84	1152.32	8352.72	1.166	8
2.40	6.96	1	120.64	1272.96	8473.36	1.182	9
2.70	6.66	1	115.44	1388.4	8588.80	1.199	10
3.00	6.36	1	110.24	1498.64	8699.04	1.214	11
3.30	6.06	1	105.04	1603.68	8804.08	1.229	12
3.60	5.76	1	99.84	1703.52	8903.92	1.242	13
3.90	5.46	1	94.64	1798.16	8998.56	1.256	14

Tabel 5.11 Rekap kebutuhan geotextile

SF	lapis geotextile
1.01	14
1.04	19
1.08	14
1.2	4
1.03	13

Tabel 5.12 Panjang geotextile yang dibutuhkan

No	Hi = (H-Z)	Ti	$\sigma_v$	$\tau_1$	$\tau_2$	Le	Lo	$\phi$ (paka	Lr	L total	L total x rangkap
	m	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	m	m	m	m	m	m
1	9.00	9.36	162	93.531	28.077	1.000	0.111	1	5.2	28.00	28
2	8.70	9.06	156.6	90.413	90.413	1.000	0.075	1	5.0	27.70	27.7
3	8.40	8.76	151.2	87.295	87.295	1.000	0.078	1	4.8	8.00	8
4	8.10	8.46	145.8	84.178	84.178	1.000	0.080	1	4.7	7.00	7
5	7.80	8.16	140.4	81.060	81.060	1.000	0.084	1	4.5	7.00	7
6	7.50	7.86	135	77.942	77.942	1.000	0.087	1	4.3	7.00	7
7	7.20	7.56	129.6	74.825	74.825	1.000	0.090	1	4.2	7.00	7
8	6.90	7.26	124.2	71.707	71.707	1.000	0.094	1	4.0	7.00	7
9	6.60	6.96	118.8	68.589	68.589	1.000	0.099	1	3.8	7.00	7
10	6.30	6.66	113.4	65.472	65.472	1.000	0.103	1	3.6	6.00	6
11	6.00	6.36	108	62.354	62.354	1.000	0.109	1	3.5	6.00	6
12	5.70	6.06	102.6	59.236	59.236	1.000	0.114	1	3.3	6.00	6
13	5.40	5.76	97.2	56.118	56.118	1.000	0.121	1	3.1	6.00	6
14	5.10	5.46	91.8	53.001	53.001	1.000	0.128	1	2.9	6.00	6

### 5.2.5 Alternatif Perkuatan *micropile*/cerucuk

Pada alternatif perkuatan menggunakan *micropile* untuk aman terhadap *overall stability*. Analisa kestabilan dilakukan menggunakan program bantu *Geoslope* untuk mendapatkan SF, momen *resisting*, jari-jari kelongsoran, serta koordinat kelongsoran dengan kondisi terkritik.

Contoh perhitungan cerucuk dengan SF = 1,01.  
Direncanakan cerucuk yang digunakan

D = 30cm

Class = C

M crack = 4t/m

$$E = 315285.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 34607,8 \text{ cm}^4$$

- Menghitung Gaya Penahan (*Resisting*)

Faktor modulus tanah (f)

$C_u$  = Tahanan geser tanah asli

$C_u$  (pada garis longsor) =  $0,3 \text{ kg/cm}^2$

$q_u = 2 \times C_u$

$$= 2 \times 0,3 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 0,6 \text{ Kg/cm}^2$$

dengan Grafik NAVFAC, DM-7, 1971 seperti yang ditampilkan pada BAB2, maka didapat:

$$f = 0,128 \text{ kg/cm}^3$$

direncanakan  $L = 2\text{m}$  di bawah garis longsor

$$T = (EI/f)^{0.2}$$

$$T = 153,4 \text{ cm} \quad T : \text{faktor kekakuan relative}$$

$$L/T = 1.3$$

$$FM = 1 \text{ (grafik)}$$

$$P = M \text{ crack} / FM.T$$

$$P = 2606 \text{ kg} = 26,06 \text{ kN}$$

$$n = (SF_{rencana} - SF) * MD / (PxR)$$

$$n = (1.25 - 1.01) * 7166,2 / (26,06 \times 12)$$

$$n = 6 \text{ cerucuk}$$

Tabel 5.13 rekap kebutuhan cerucuk

SF	jumlah cerucuk
1.01	6
1.04	7
1.08	6
1.2	6
1.03	6

(Sumber: Hasil Analisis)

### 5.3 Metode Vacuum Preloading

Preloading, proses pemberian tekanan pada tanah sesuai dengan beban yang akan diterima tanah saat nantinya akan beroperasi. Metode vacuum melakukan preloading dengan cara memberi beban berupa tekanan vacuum.

#### 5.3.1 Perencanaan $S_c$ dan $H$ initial

Tinggi timbunan yang direncanakan setinggi 7,3 meter. Berdasarkan data S9, kedalaman tanah mampu mampat adalah 14 meter, dan kedalaman selanjutnya berupa pasir. Maka jalan keluarnya air dalam tanah ke atas dan ke bawah.

Untuk mendapatkan nilai  $H_{initial}$  dilakukan perhitungan pemampatan konsolidasi akibat variasi pemberian beban timbunan ( $q$ ). Variasi beban timbunan yang diberikan yaitu:

$$H \text{ timbunan} = 0 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 0 \text{ t/m}^2$$

$$H \text{ timbunan} = 1 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 1.8 \text{ t/m}^2$$

$$H \text{ timbunan} = 2 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 3.6 \text{ t/m}^2$$

$$H \text{ timbunan} = 3 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 5.4 \text{ t/m}^2$$

$$H \text{ timbunan} = 4 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 7.2 \text{ t/m}^2$$

$$H \text{ timbunan} = 5 \text{ m}, q = H \cdot \gamma_{\text{timb}} = 9 \text{ t/m}^2$$

Beban tersebut didistribusikan ke kedalaman tanah yang ditinjau ( $z$ ) sebagai beban merata trapesium. Lalu dihitung tegangan tanah asli efektif ( $\sigma'_o$ ) dan distribusi tegangan akibat  $q$  total ( $\Delta\sigma'$ ). Berikut adalah contoh perhitungan tegangan tanah asli efektif efektif ( $\sigma'_o$ ) akibat timbunan:

Pada lapisan 1:

$$H = 0 \text{ m}$$

$$Z = 0.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} (\sigma'_o) &= \gamma' \times Z \\ &= (0.6 \text{ t/m}^3) \times 0.5 \text{ m} \\ &= 0.3 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$



Besar tegangan akibat beban timbunan ( $\Delta\sigma'$ ) ditentukan Berikut adalah contoh perhitungan tegangan akibat beban timbunan ( $\Delta\sigma'$ ) dengan  $q = 0 \text{ t/m}^2$ :

Pada lapisan 1:

$$\begin{aligned}
 Z &= 0,5 \text{ m} \\
 B1 &= \frac{\text{lebar timbunan atas}}{2} \\
 &= \frac{0 \text{ m}}{2} \\
 &= 0 \text{ m} \\
 B2 &= 2 \times H \text{ total} \\
 &= 2 \times 0 \text{ m} \\
 &= 0 \text{ m} \\
 \alpha1 &= \tan^{-1}\left(\frac{B1+B2}{Z}\right) - \tan^{-1}x\left(\frac{B1}{Z}\right) \text{ (radian)} \\
 &= \tan^{-1}\left(\frac{0+0}{0,5}\right) - \tan^{-1}x\left(\frac{0}{0,5}\right) \text{ (radian)} \\
 &= 0^\circ \\
 \alpha2 &= \tan^{-1}x\left(\frac{B1}{Z}\right) \text{ (radian)} \\
 &= \tan^{-1}x\left(\frac{0}{0,5}\right) \text{ (radian)} \\
 &= 0^\circ \\
 q_0 &= 1.8 \text{ t/m}^2 \\
 \Delta\sigma' &= \frac{q_0}{\pi} x \left[ \left( \frac{B1+B2}{B2} \right) x (\alpha1 + \alpha2) - \left( \frac{B1}{B2} x \alpha2 \right) \right] \\
 &= \frac{1.8}{\pi} x \left[ \left( \frac{0}{2} \right) x (0) - \left( \frac{0}{2} x 0 \right) \right] \\
 &= 0 \text{ t/m}^2 \\
 2\Delta\sigma' &= 0 \text{ t/m}^2 \\
 &= 0 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan perhitungan *settlement* yang terjadi akibat setiap  $q$  yang ditentukan. Berikut adalah contoh perhitungan *settlement* tanah dasar akibat beban timbunan sebesar  $q = 0 \text{ t/m}^2$ :

Pada lapisan 1:

$$\begin{aligned}
 H_i &= 0 \text{ m} \\
 C_c &= 1,82
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= 0,32 \\
 e_0 &= 3,5 \\
 \sigma'_o &= 0,3 \text{ t/m}^2 \\
 2\Delta\sigma' &= 0 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Cara mendapatkan  $\sigma'_{vac}$  dengan cara mengetahui lokasi proyek, maka lokasi proyek bertempat di madiun dengan ketinggian 60 m dari permukaan laut. Sehingga didapat tekanan  $P(60) = 75.4 \text{ cmHg} = 100.5 \text{ kPa}$  Dengan efektifitas kerja vacuum 80% maka beban akibat vacuum  $80 \text{ kPa} = 8 \text{ t/m}^2$

$$\begin{aligned}
 \sigma'_o + 2\Delta\sigma' + \sigma'_{vac} &= 0,3 \text{ t/m}^2 + 0 + 8 \text{ t/m}^2 \\
 &= 8,3 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{fluktuasi}} &= 2 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_c' &= \sigma'_o + P_{\text{fluktuasi}} \\
 &= 0,3 \text{ t/m}^2 + 2 \text{ t/m}^2 \\
 &= 2,3 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 OCR &= \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} \\
 &= \frac{2,3 \text{ t/m}^2}{0,3 \text{ t/m}^2} \\
 &= 7,67 > 1 \rightarrow OC
 \end{aligned}$$

$\sigma'_o + \Delta\sigma' + \sigma'_{vac} > \sigma_c' \rightarrow$  menggunakan Persamaan BAB2.

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 S_c &= \frac{C_s \cdot H_0}{1 + e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{vo}} + \frac{C_c \cdot H_0}{1 + e_0} \cdot \log \frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma + \sigma'_{vac}}{\sigma'_c} \\
 S_c &= \frac{0,32 \times 1}{1 + 3,5} \cdot \log \frac{2,3 \text{ t/m}^2}{0,3 \text{ t/m}^2} + \frac{1,82 \times 1}{1 + 3,5} \cdot \log \frac{8,3 \text{ t/m}^2}{2,3 \text{ t/m}^2} \\
 S_c &= 0,323 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Total pemampatan yang terjadi dari seluruh layer tanah beban timbunan sebesar  $q = 0 \text{ t/m}^2$  adalah sebesar 1.45 m.

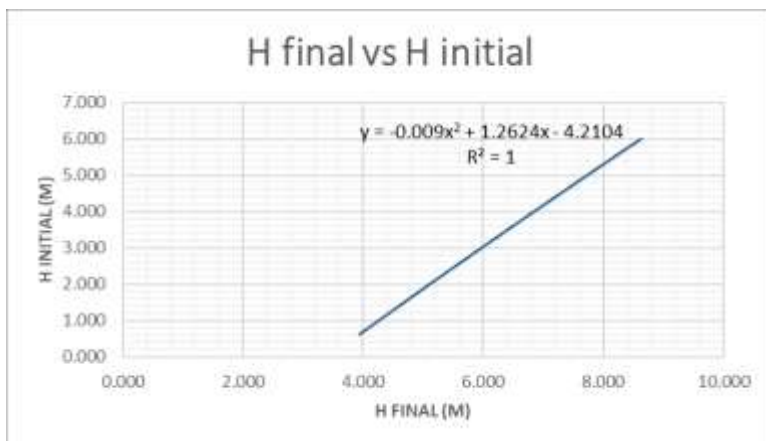
Maka  $H_{\text{initial}} = 0 \text{ t/m}^2 + (1,45 \text{ m} \times 1 \text{ t/m}^3) = 1.45 \text{ t/m}^2 / 1,8 \text{ t/m}^3 = 0,805 \text{ m}$ .

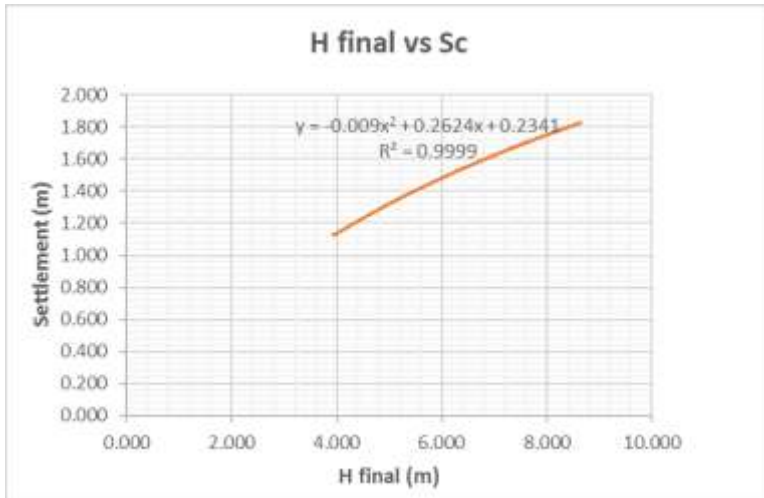
$H_{\text{final}} = (q - s_c \cdot \gamma') / \gamma_t + 8 / \gamma_t = 3,8 \text{ m}$

Dari perhitungan selanjutnya didapat  $q$  timbunan yang bervariasi.

Tabel 5.14 Hasil perhitungan  $h$  zona 3 dengan vacuum

$q$ timb	Sc akibat $q$ timb	H initial	H final
t/m <sup>2</sup>	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	$(A+B*\gamma_w)/\gamma_t$	$(A-B*\gamma')/\gamma_t$
A	B	C	G
0	1.127	0.626	3.944
1.8	1.300	1.722	4.867
3.6	1.453	2.807	5.799
5.4	1.591	3.884	6.738
7.2	1.715	4.953	7.682
9	1.828	6.016	8.632





Gambar 5.4 Grafik penentuan H awal dan SC vacuum preloading  
(Sumber : Hasil Analisa)

### 5.3.2 Perhitungan pemampatan dengan rencana H = 7.3 m

Direncanakan timbunan dengan rencana h final = 7.3m, maka butuh menimbun awalnya setinggi 4,5 m.  $\gamma$  sat timbunan = 1,8 t/m<sup>3</sup>. Maka direncanakan q = 8,1 t/m<sup>2</sup> dari timbunan. Tabel perhitungan mencari SC dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Perhitungan pemampatan metode vacuum dengan rencana h final = 7.3 m

Tabel 5.15

akibat timbunan dan vacuum																			
Kedalaman H	Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\Delta\sigma$	2 $\Delta\sigma$	$\gamma$ sat	$\gamma'$	$\gamma' * H$	$\gamma' * H_{kum}$	$\sigma^0$	$\sigma^c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta\sigma + \sigma^0$	Sc
(m)	(m)	(m)				*	*	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>			t/m <sup>2</sup>	(m)
0 -	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 -	1	0.5	2.380	0.970	0.180	1.009	87.634	4.050	8.100	1.600	0.600	0.600	0.600	0.300	2.300	7.67	OC Soil	16.400	0.292
2 -	1	1.5	2.380	0.970	0.180	3.000	82.933	4.049	8.097	1.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.900	3.22	OC Soil	16.997	0.247
3 -	1	2.5	2.380	0.970	0.180	4.917	78.326	4.043	8.087	1.600	0.600	0.600	1.800	1.500	3.500	2.33	OC Soil	17.587	0.221
4 -	1	3.5	2.380	0.970	0.180	6.715	73.867	4.032	8.065	1.600	0.600	0.600	2.400	2.100	4.100	1.95	OC Soil	18.165	0.201
5 -	1	4.5	1.250	0.430	0.100	8.361	69.600	4.014	8.028	1.900	0.900	0.900	3.300	2.850	4.850	1.7	OC Soil	18.878	0.113
6 -	1	5.5	1.250	0.430	0.100	9.834	65.556	3.988	7.975	1.900	0.900	0.900	4.200	3.750	5.750	1.53	OC Soil	19.725	0.111
7 -	1	6.5	0.950	0.350	0.090	11.122	61.756	3.952	7.905	2.000	1.000	1.000	5.200	4.700	6.700	1.43	OC Soil	20.605	0.095
8 -	1	7.5	0.950	0.350	0.090	12.224	58.208	3.909	7.818	2.000	1.000	1.000	6.200	5.700	7.700	1.35	OC Soil	21.518	0.086
9 -	1	8.5	0.950	0.350	0.090	13.146	54.913	3.858	7.716	2.000	1.000	1.000	7.200	6.700	8.700	1.3	OC Soil	22.416	0.079
10 -	1	9.5	0.950	0.350	0.090	14.994	49.050	3.736	7.473	2.000	1.000	1.000	8.200	7.700	9.700	1.26	OC Soil	23.300	0.073
11 -	1	10.5	0.950	0.350	0.090	14.952	46.456	3.668	7.336	2.000	1.000	1.000	9.200	8.700	10.700	1.23	OC Soil	24.173	0.068
12 -	1	11.5	0.950	0.350	0.090	14.952	46.456	3.596	7.192	2.000	1.000	1.000	10.200	9.700	11.700	1.21	OC Soil	25.036	0.063
13 -	1	12.5	0.950	0.350	0.090	15.288	44.068	3.596	7.043	2.000	1.000	1.000	11.200	10.700	12.700	1.19	OC Soil	25.892	0.059
14 -	1	13.5	0.950	0.350	0.090	15.519	41.870	3.521	7.043	2.000	1.000	1.000	12.200	11.700	13.700	1.17	OC Soil	26.743	0.055

### 5.3.3 Perencanaan Perbaikan Tanah dengan PVD

#### 5.3.3.1 Perhitungan waktu konsolidasi (t)

Waktu konsolidasi (t) perhitungan untuk tanah dasar pada perhitungan  $q=9 \text{ t/m}^2$  pada Zona 3:

$$t = \frac{T_v \cdot (H_{dr})^2}{C_v}$$

dengan:

$$T_v = 0,848$$

$$H_{dr} = 14 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left( \frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right)^2} \text{ (Persamaan 2.20)} \\ &= \frac{(4 + 2 + 8)^2}{\left( \frac{4}{\sqrt{0,0002}} + \frac{2}{\sqrt{0,0007}} + \frac{8}{\sqrt{0,0009}} \right)^2} \\ &= 0,000502 \text{ cm}^2/\text{detik} \\ &= 0,000000502 \text{ m}^2/\text{detik} \\ &= 0,15818 \text{ m}^2/\text{tahun} \\ t &= \frac{0,848 \cdot (14\text{m})^2}{0,6244 \text{ m}^2/\text{tahun}} \\ &= 140 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Karena waktu yang dibutuhkan untuk konsolidasi sebesar 90% sangat lama, maka diperlukan bantuan *vertical drain* untuk mempercepat waktu konsolidasi tersebut. Jenis *vertical drain* yang dipakai adalah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD).

#### 5.3.3.2 Perencanaan Kedalaman PVD

Kondisi tanah pada tugas akhir ini yaitu sampai kedalaman 14 meter adalah tanah mampu mampat, apabila mampu memasang PVD kurang dari 14 meter dan tetap dalam kondisi aman, maka biaya yang digunakan dapat berkurang atau lebih menguntungkan. Penurunan dibagi menjadi 2 bagian yaitu, penurunan jangka pendek, yang merupakan penurunan akibat PVD. Penurunan jangka panjang, yang merupakan penurunan akibat pemampatan lapisan tanah di bawah kedalaman ujung PVD. Penurunan

dapat diterima bila kecepatan penurunan jangka panjang rata-rata per tahun  $\leq 2$  cm/tahun.

$$\begin{aligned}
 T_v \text{ 3 tahun} &= \left( \frac{3xC_v \text{ gab}}{Hd r^2} \right) \\
 T_v &= \left( \frac{10 \times 15818}{1400^2} \right) = 0.024 \\
 U_v &= \frac{4 \times T_v}{\pi^{0.5}} \\
 U_v &= 18\%
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan apabila PVD sampai kedalaman 1 meter:

Sc pada kedalaman 0m - 1m = 0,292m = Sc akibat PVD

Sc pada kedalaman 1m – 14m = 1,48 m = Sc sisa

Sc 3 tahun kemudian = 1,48 \* 18% = 0,26 m = 8,67cm dalam 3 tahun

Sc cm/tahun = 8,67  $\geq$  2cm (PVD masih kurang dalam)

Tabel 5.16 Perbandingan Kedalaman PVD dalam *Rate of Settlement vacuum preloading*

Kedalaman (m)	Sc akibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.311	10.37
1	0.292	0.260	8.67
2	0.539	0.217	7.22
3	0.760	0.178	5.92
4	0.961	0.142	4.75
5	1.084	0.121	4.03
6	1.195	0.101	3.38
7	1.289	0.085	2.83
8	1.376	0.070	2.32
9	1.455	0.056	1.86
10	1.528	0.043	1.43
11	1.595	0.031	1.04
12	1.658	0.020	0.67
13	1.717	0.010	0.32
14	1.773	0.000	0.00

Maka  $C_v$  gabungan yang dipakai hanya sampai kedalaman 9 m

Tabel 5.17  $C_v$  gabungan sepanjang PVD vacuum preloading

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	$C_v$ (cm <sup>2</sup> /det)	$\sqrt{C_v}$	$H/\sqrt{C_v}$	$C_v$ gab (cm <sup>2</sup> /det)	$C_v$ gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.000200	0.014142	70.71068	0.00038541	12154.4
2	1	0.000200	0.014142	70.71068		
3	1	0.000200	0.014142	70.71068		
4	1	0.000200	0.014142	70.71068		
5	1	0.000700	0.026458	37.79645		
6	1	0.000700	0.026458	37.79645		
7	1	0.000900	0.03	33.33333		
8	1	0.000900	0.03	33.33333		
9	1	0.000900	0.03	33.33333		

### 5.3.3.3 Perencanaan Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Tujuan dari pemasangan PVD pada perencanaan ini adalah untuk membantu mempercepat proses pemampatan konsolidasi, sehingga dapat berlangsung dengan waktu yang relatif singkat. Perencanaan PVD dalam Tugas Akhir ini menggunakan pola persegi dan pola segitiga, dengan jarak antar PVD ( $S$ ) yang dihitung adalah 0,5; 0,75; 1; 1,25; dan 1,5 meter. Dengan pola pemasangan segitiga atau segiempat. Untuk segitiga 1,05 ; untuk segiempat 1,13.

#### Perencanaan PVD dengan pola segitiga

Berikut adalah contoh perhitungan perencanaan PVD pola segitiga untuk sisi sebelum sungai dengan jarak  $S = 0.75$  m:

- Menghitung Fungsi Hambatan PVD ( $F(n)$ ).

$$\begin{aligned}
 D &= \text{diameter ekivalen dari lingkaran tanah} \\
 &\quad \text{yang merupakan daerah pengaruh dari } \textit{vertical drain}. \\
 &= 1,05 \times S \\
 &= 1,05 \times 0.75 \\
 &= 0.7875 \text{ m}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 dw &= 2(a+b)/\pi \\
 &= 2(100+3)/\pi \\
 &= 51,5 \text{ mm} \\
 n &= D/dw \\
 &= 0,7875 \text{ m} / 0,0515 \text{ m} \\
 &= 15,3 \\
 F(n) &= \left( \frac{n^2}{n^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(n) - 3/4 - \left( \frac{1}{4n^2} \right) \right] \\
 F(n) &= \left( \frac{15,3^2}{15,3^2 - 1^2} \right) \left[ \ln(15,3) - 3/4 - \left( \frac{1}{4 * 15,3^2} \right) \right] \\
 F(n) &= 1,99
 \end{aligned}$$

• Menghitung Derajat Konsolidasi Tanah Akibat Aliran Air Arah Vertikal ( $U_v$ ) dengan PVD

Dalam hal ini besarnya  $U_v$  diasumsikan kurang dari 60% sehingga untuk memperoleh nilai  $U_v$  maka terlebih dahulu perlu mengetahui nilai  $T_v$ .

$$\begin{aligned}
 C_v &= 0,00004 \text{ cm}^2/\text{detik} \\
 T &= 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ detik} \\
 H_{dr} &= 14 \text{ m} = 1400 \text{ cm} \\
 T_v &= \text{faktor waktu} = \frac{t \times C_v}{(H_{dr})^2} \\
 &= \frac{1 \text{ minggu} \times (604800 \text{ detik}) \times 0,000000004 \text{ m}^2/\text{detik}}{(14 \text{ m})^2} \\
 &= 0,0003 \\
 U_v &= \left( 2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \times 100\% \\
 &= \left( 2 \sqrt{\frac{0,0003}{\pi}} \right) \times 100\% \\
 &= 0,0191
 \end{aligned}$$

• Menghitung Derajat Konsolidasi Tanah Akibat Aliran Air Arah Horizontal ( $U_h$ )

$$\begin{aligned}
 C_{vgab} &= 0,00004 \text{ cm}^2/\text{detik} \\
 K_h/K_v &= 3 \\
 \text{Lebar PVD (a)} &= 100 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal PVD (b)} &= 3 \text{ mm} \\
 d_w &= 51,5 \text{ mm} \\
 Ch &= 3 \times Cv \\
 &= 3 \times 0,000000004 \text{ m}^2/\text{detik} \\
 &= 0,000000012 \text{ m}^2/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

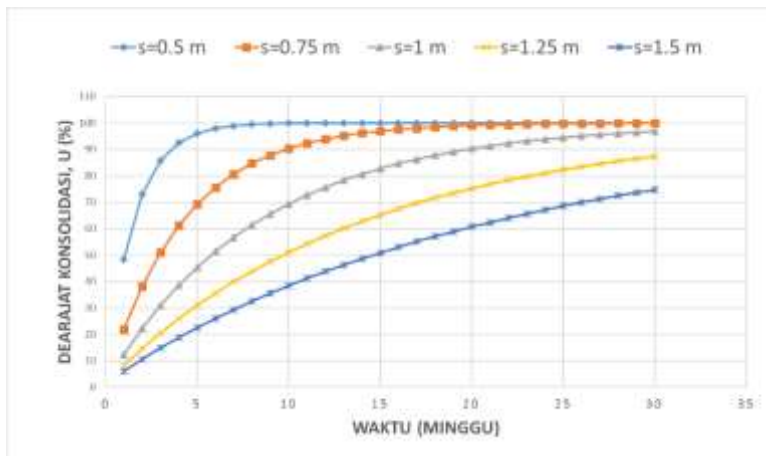
$$\begin{aligned}
 U_h &= \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{tx8xCh}{D^2x2xF(n)} \right)}} \right) \right] \\
 &= \left[ 1 - \left( \frac{1}{e^{\left( \frac{(1 \times 604800) \times 8 \times 0,00000012}{1,05^2 \times 2 \times 1,985} \right)}} \right) \right] \\
 &= 0,203
 \end{aligned}$$

- Menghitung Derajat Konsolidasi rata-rata (Urata-rata)

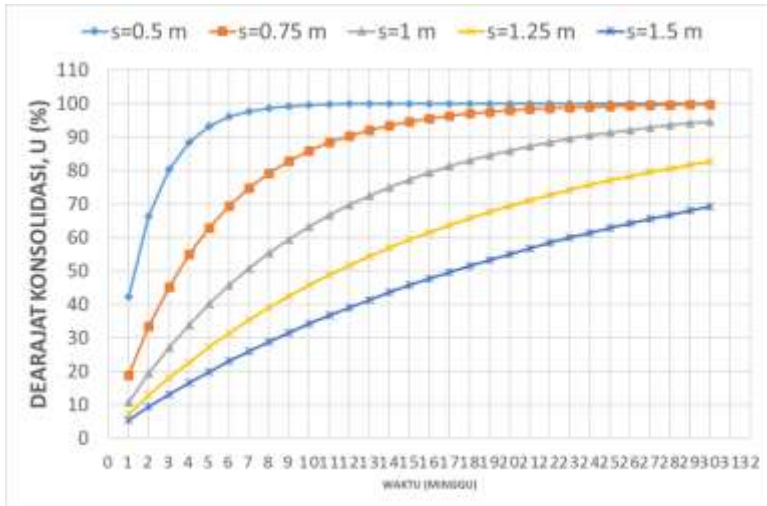
$$U \text{ rata-rata} = (1 - (1 - U_h) \times (1 - U_v)) \times 100\%$$

$$= (1 - (1 - 0,203) \times (1 - 0,0191)) \times 100\% = 21,85 \%$$

Perhitungan diatas dilakukan untuk seluruh jarak PVD (S). ditampilkan grafik hubungan waktu dengan derajat konsolidasi dengan menggunakan PVD pola segitiga dan segiempat.



(a)



(b)

**Gambar 5**  
 Grafik Hubungan Derajat Konsolidasi (U) dengan Waktu  
 Timbunan dengan PVD perhitungan vacuum preloading  
 Pola (a) Segitiga dan (b) segiempat

Dari Gambar 5.5 didapat jarak antar PVD pola segitiga yang dipakai adalah 1 m. Pada Tabel 5.18 dapat dilihat derajat konsolidasi per minggu nya apabila menggunakan PVD pola segitiga dengan jarak 1 meter.

Tabel 5.18 Derajat konsolidasi PVD pola segitiga jarak 1m pada vacuum preloading

segitiga	1
t	Ugab
(minggu)	(%)
1	12.308
2	22.235
3	30.910
4	38.560
5	45.328
6	51.331
7	56.660
8	61.395
9	65.606
10	69.352
11	72.686
12	75.654
13	78.297
14	80.651
15	82.749
16	84.617
17	86.282
18	87.767
19	89.089
20	90.269
21	91.320
22	92.257
23	93.093
24	93.839

### 5.3.4 Alternatif Perencanaan Perkuatan Geotextile

#### Perhitungan peningkatan kohesi *undrained* ( $C_u$ )

Perhitungan peningkatan nilai  $C_u$  perlu dilakukan untuk menentukan apakah tanah dasar cukup mampu memikul beban timbunan dengan peningkatan nilai  $C_u$  akibat adanya penimbunan bertahap. Perhitungan tersebut dilakukan untuk menentukan apakah dibutuhkan perkuatan nantinya. Perkuatan berupa geotextile perlu dihitung apakah dapat menahan beban timbunan nantinya apabila sudah beroperasi.

Peningkatan nilai  $C_u$  menggunakan peningkatan saat final atau 100%.

3. Menghitung tegangan di tiap lapisan tanah untuk derajat konsolidasi ( $U$ ) 100%

Perhitungan perubahan tegangan didapat dari:

$$\sigma' = P_o + \Delta\sigma'$$

( $\Delta P_i$ ) dengan distribusi tegangan sesuai dengan kedalaman yang ditinjau.

Hasil perhitungan  $\Delta\sigma'$  ditampilkan pada Tabel 5.19

Tabel 5.19 Perubahan Tegangan Efektif Tanah Akibat Penimbunan Vacuum preloading

Tegangan efektif untuk U 100%					Derajat Konsolidasi U<100%						
Depth (m)			z	Po'	σ'	Perubahan Tegangan	Po'	ΔP1'	Σop'		
				t/m2	t/m2		KN/m2	KN/m2			
			(m)	0	9.00	Tinggi Timbunan	0	9			
						Kedalaman/ U(%)	1	100.000		t/m2	
						Kedalaman/ U	1	1.000		t/m2	
0	-	1	0.5	0.300	16.500	0	-	1	0.300	16.200	16.500
1	-	2	1.5	0.900	17.096	1	-	2	0.900	16.196	17.096
2	-	3	2.5	1.500	17.683	2	-	3	1.500	16.183	17.683
3	-	4	3.5	2.100	18.256	3	-	4	2.100	16.156	18.256
4	-	5	4.5	2.850	18.959	4	-	5	2.850	16.109	18.959
5	-	6	5.5	3.750	19.791	5	-	6	3.750	16.041	19.791
6	-	7	6.5	4.700	20.650	6	-	7	4.700	15.950	20.650
7	-	8	7.5	5.700	21.535	7	-	8	5.700	15.835	21.535
8	-	9	8.5	6.700	22.399	8	-	9	6.700	15.699	22.399

(Sumber : Hasil Analisa)

Hasil perhitungan perubahan tegangan di tiap lapisan tanah

Menghitung kenaikan daya dukung tanah (akibat kenaikan harga  $C_u$ ). Hasil perhitungan peningkatan nilai  $C_u$  ditampilkan pada Tabel 5.20

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Peningkatan Nilai  $C_u$  Vacuum Preloading

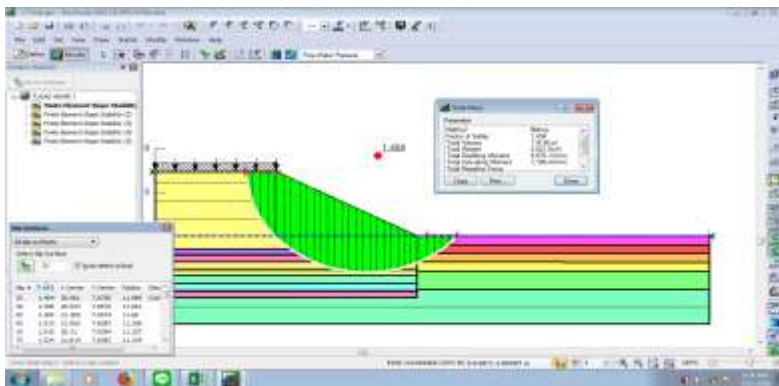
$\Sigma q_p'$	Kedalaman		PI	Cu lama	cek tanah asli (rumus) (Ardana & Mochtar)	Cu tanah asli pakai	Cu baru
kg/cm2	(m)		%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
1.640	0	-	1	40	0.050	0.077	0.280
1.700	1	-	2	40	0.050	0.085	0.287
1.759	2	-	3	40	0.050	0.093	0.294
1.816	3	-	4	40	0.050	0.100	0.302
1.888	4	-	5	40	0.200	0.109	0.311
1.973	5	-	6	40	0.200	0.121	0.321
2.150	6	-	7	40	0.400	0.133	0.343
2.152	7	-	8	40	0.400	0.145	0.344
2.242	8	-	9	40	0.400	0.158	0.355

### 5.3.4.1 Perencanaan Perkuatan dengan Geotextile

Perhitungan *geotextile* sebagai perkuatan tanah lereng. Penentuan jarak antar *geotextile* yaitu 0,3 m. Perhitungan *geotextile* membutuhkan hasil dari program bantu, yaitu SF dan Momen Penahan. Tinggi timbunan yang digunakan adalah H final. Hasil dari program bantu Geostudio dapat dilihat pada tabel 5.21

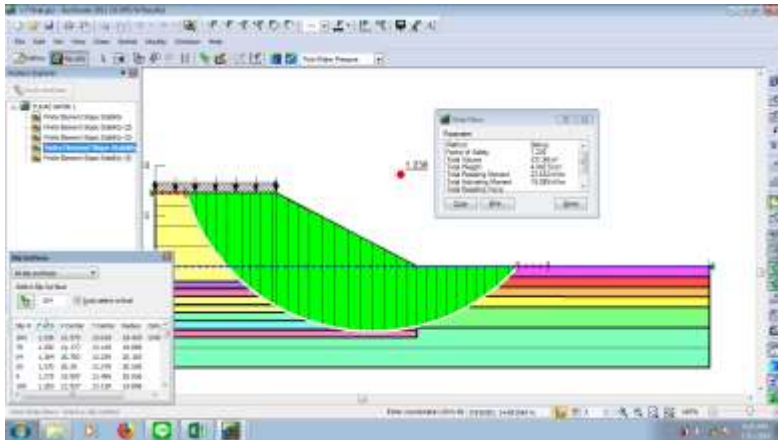
**Tabel 5.21** Hasil Geostudio vacuum preloading

Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudio	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	$\Delta$ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1.4	9976.1	7106.4	21	7.9	12	1.25	8883	-1093.1
2	1.19	13573	11413	20.1	8	14.1	1.25	14266.25	693.25
3	1.2	22163	18541	21.2	12.9	19.1	1.25	23176.25	1013.25
4	1.24	23832	19285	21.6	13	19.4	1.25	24106.25	274.25
5	1.2	12943	10736	20	8	13.8	1.25	13420	477

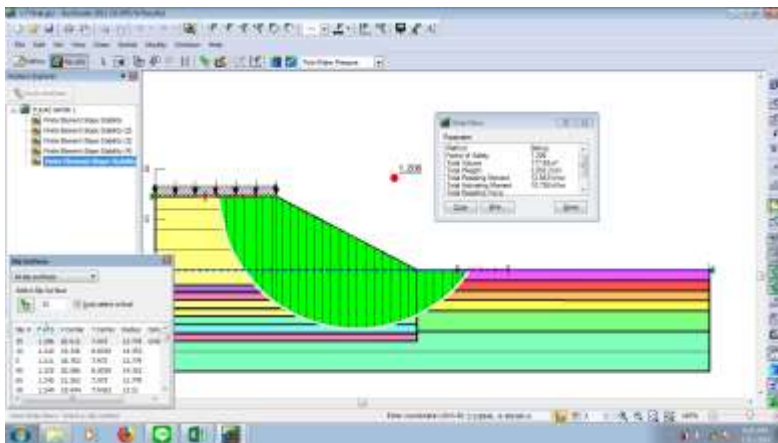


(1)





(4)



(5)

Gambar 5.6 hasil program bantu Geostudio vacuum preloading

Berikut contoh perhitungan perencanaan *geotextile* saat H final dengan SF 1,19:



## 1. Perhitungan kuat tarik ijin

*Geotextile* :  $T_{ult} = 52 \text{ kN/m}$

$$T_{allow} = \frac{52}{1.2 \times 2.5 \times 1 \times 1} \quad T_{allow} = 17.333 \text{ kN/m}$$

## 2. Perhitungan Momen penahan rencana

SF rencana = 1.25

MR rencana = SF rencana \* MD = 14266,25 kNm

$\Delta \text{MR} = 14266,25 - 11413 = 693,25 \text{ kNm}$

3. Perhitungan panjang *geotextile* di belakang bidang longsor (Le). Perhitungan Le dilakukan tiap lapisan.

Berikut contoh perhitungan Le:

Pada  $z = 0 \text{ m}$  dan  $S_v = 0.3 \text{ m}$  dengan SF rencana = 1,25

$$\text{diperoleh: } Le = \frac{0,3 \times 17,333 \times 1,25}{2(46,8 + (28) \times 0,8)}$$

$$Le = 0,362$$

Dipakai Le min = 1 meter

4. Perhitungan panjang *geotextile* di depan bidang longsor (LR) menggunakan rumus

$$L_R = (7,3 - 0) \times \tan (45 - \frac{30}{2})$$

$$L_R = 4,8 \text{ m}$$

5. Perhitungan panjang lipatan *geotextile* (Lo) adalah setengah dari Le, karena Le lebih kecil dari 1 maka Lo = 1 m.6. Panjang total *geotextile* per lapis

$$L_{total} = Le + L_R + Lo + S_v$$

$$L_{total} = 1 + 4,8 + 1 + 0,3 = 7,1 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

7. Menghitung tambahan Momen penahan akibat *geotextile*

MR = Tallow x Ti      Ti : jarak *geotextile*

MR = 17,333 x 9,46      dengan pusat bidang longsor

$$\text{MR} = 164 \text{ kNm}$$

Hasil perhitungan Panjang total *geotextile* disajikan pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Perhitungan kebutuhan *geotextile* vacuum preloading

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	9.46	1	163.9733	163.9733	13736.97	1.204	1
0.30	9.16	1	158.7733	322.7467	13895.75	1.218	2
0.60	8.86	1	153.5733	476.32	14049.32	1.231	3
0.90	8.56	1	148.3733	624.6933	14197.69	1.244	4
1.20	8.26	1	143.1733	767.8667	14340.87	1.257	5

Tabel 5.23 Rekap kebutuhan *geotextile* vacuum preloading

SF	lapis <i>geotextile</i>
1.4	2
1.19	5
1.2	5
1.24	2
1.2	3

Tabel 5.24 Panjang *geotextile* yang dibutuhkan

No	$H_i = (H-Z)$	$T_i$	$\sigma_v$	$\tau_1$	$\tau_2$	$L_e$	$L_o$	$L_o$ (pakai)	$L_r$	$L$ total	$L$ total x rangkap
	m	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	m	m	m	m	m	m
1	4.50	9.46	81	46.765	27.952	1.000	0.181	1	2.6	28.00	28
2	4.20	9.16	75.6	43.648	43.648	1.000	0.155	1	2.4	27.70	27.7
3	3.90	8.86	70.2	40.530	40.530	1.000	0.167	1	2.3	5.00	5
4	3.60	8.56	64.8	37.412	37.412	1.000	0.181	1	2.1	5.00	5
5	3.30	8.26	59.4	34.295	34.295	1.000	0.197	1	1.9	4.00	4

#### 5.4 Perbandingan Preloading konvensional dengan vacuum preloading

Perbandingan harga material preloading konvensional dengan vacuum preloading. Hanya dilihat dari kebutuhan kekuatan saja, seperti *geotextile*, geomembran, pompa, genset. Tanah dan PVD tidak dibandingkan karena,

memiliki jumlah kebutuhan yang sama besarnya. Perencanaan timbunan dengan  $H_{\text{final}} = 7,3$  meter dengan metode konvensional menghasilkan kebutuhan geotextile sebanyak 19 lapis. Sedangkan dengan metode vacuum preloading membutuhkan geotextile 5 lapis, 4 pompa, dan geomembran 1 mm. Kapasitas pompa sebesar 750m<sup>2</sup>, karena luas yang dicover sebesar 2670m<sup>2</sup>, maka dibutuhkan 4 pompa.

Tabel 5.25 kebutuhan material vacuum preloading

material	Luas	kebutuhan	harga satuan	harga total
geotextile	6560	5	Rp 17,000.00	Rp 111,520,000.00
pompa	2670	4	Rp 13,000,000.00	Rp 52,000,000.00
geomembran	3280	1	Rp 45,000.00	Rp 147,600,000.00
				Rp 311,120,000.00

Tabel 5.26 kebutuhan material preloading konvensional

material	Luas	kebutuhan	harga satuan	harga total
geotextile	15500	19	Rp 17,000.00	Rp 263,500,000.00

Menurut perhitungan kebutuhan material, kebutuhan vacuum preloading jauh lebih mahal. Bahkan perhitungan belum mencantumkan harga genset dan bensin yang diperlukan. Genset pun harus menyala selama proses konsolidasi.

### 5.4.1 Rekap perencanaan dari STA 110+250 - STA 118+700

Tabel 5.27 Rekap perencanaan STA 110+250-STA 118+700

zona	STA	tinggi rencana (m)	h initial (m)	sc (m)	Kedalaman PVD (meter)	pola PVD	geotex (lapis)	cerucuk (batang)
1	110+250	3.5	4.2	0.7	7	segitiga 1 m	2	0
	110+300	3.3	4.0	0.7	7	segitiga 1 m	2	0
	110+350	4	4.8	0.8	7	segitiga 1 m	2	0
	110+400	4.7	5.5	0.8	7	segitiga 1 m	2	0
	110+450	4.7	5.5	0.8	7	segitiga 1 m	2	0
	110+500	0						
	110+550	3.2	3.8	0.6	7	segitiga 1 m	2	0
	110+600	4	4.8	0.8	7	segitiga 1 m	2	0
	110+650	3.4	4.1	0.7	7	segitiga 1 m	2	0
	110+700	2.9	3.5	0.6	6	segitiga 1 m	2	0
	110+750	2.5	3.0	0.5	6	segitiga 1 m	2	0
	110+800	2	2.0	0.0	0		4	1
	110+850	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	110+900	1.3	1.3	0.0	0		2	1
	110+950	1.2	1.2	0.0	0		2	1
	111+000	1.1	1.1	0.0	0		2	1
	111+050	1.3	1.3	0.0	0		2	1
	111+100	1.3	1.3	0.0	0		2	1
	111+150	1.1	1.1	0.0	0		2	1
	111+200	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	111+250	2	2.0	0.0	0		4	1
	111+300	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	111+350	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	111+400	2	2.0	0.0	0		4	1
	111+450	2.2	2.9	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	111+500	2.5	3.3	0.8	5	segitiga 0.75 m	2	1
	111+550	2.3	3.0	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	111+600	2.6	3.4	0.8	5	segitiga 0.75 m	2	1
	111+650	2.5	3.3	0.8	5	segitiga 0.75 m	2	1
	111+700	2.3	3.0	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	111+750	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	111+800	1.8	2.5	0.7	0		4	1
	111+850	1.8	2.5	0.7	0		4	1
	111+900	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	111+950	1.5	1.5	0.0	0		2	1
	112+000	1.5	1.5	0.0	0		2	1

2	112+050	1.5	1.5	0.0	0		2	1
	112+100	1.6	1.6	0.0	0		2	1
	112+150	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	112+200	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	112+250	2	2.0	0.0	0		4	1
	112+300	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	112+350	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	112+400	2	2.0	0.0	0		4	1
	112+450	2	2.0	0.0	0		4	1
	112+500	1.6	1.6	0.0	0		2	1
	112+550	1.5	1.5	0.0	0		2	1
	112+600	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	112+650	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	112+700	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	112+750	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	112+800	2	2.0	0.0	0		4	1
	112+850	2	2.0	0.0	0		4	1
	112+900	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	112+950	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	113+000	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	113+050	1.2	1.2	0.0	0		2	1
	113+100	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	113+150	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	113+200	1.6	1.6	0.0	0		2	1
	113+250	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	113+300	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	113+350	2	2.0	0.0	0		4	1
3	113+400	3.7	4.7	1.0	7	segitiga 1 m	11	3
	113+450	4	5.1	1.1	7	segitiga 1 m	11	3
	113+500	5	6.3	1.3	8	segitiga 1 m	11	4
	113+550	5	6.3	1.3	8	segitiga 1 m	11	4
	113+600	6.2	7.7	1.5	9	segitiga 1 m	19	7
	113+650	6.7	8.3	1.6	9	segitiga 1 m	19	7
	113+700	7	8.6	1.6	9	segitiga 1 m	19	7
	113+750	7.1	8.7	1.6	9	segitiga 1 m	19	7
	113+800	7.3	9.0	1.7	9	segitiga 1 m	19	7
	113+850	7.1	8.7	1.6	9	segitiga 1 m	19	7
	113+900	6.7	8.3	1.6	9	segitiga 1 m	19	7
	113+950	6.3	7.8	1.5	9	segitiga 1 m	19	7
	114+000	5.6	7.0	1.4	8	segitiga 1 m	10	3
	114+050	4.9	6.2	1.3	8	segitiga 1 m	11	4
	114+100	4	5.1	1.1	7	segitiga 1 m	11	3

2	114+150	2.7	3.5	0.8	5	segitiga 0.75 m	2	1
	114+200	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	114+250	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	114+300	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	114+350	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	114+400	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	114+450	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	114+500	2.2	2.9	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	114+550	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	114+600	2.2	2.9	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	114+650	1.3	1.3	0.0	0		2	1
	114+700	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	114+750	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	114+800	1.6	1.6	0.0	0		2	1
	114+850	1.6	1.6	0.0	0		2	1
	114+900	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	114+950	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	115+000	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	115+050	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	115+100	2	2.0	0.0	0		4	1
	115+150	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	115+200	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	115+250	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	115+300	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	115+350	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	115+400	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	115+450	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	115+500	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	115+550	2	2.0	0.0	0		4	1
	115+600	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	115+650	1.5	1.5	0.0	0		2	1
	115+700	1.5	1.5	0.0	0		2	1
	115+750	1.5	1.5	0.0	0		2	1
	115+800	1.6	1.6	0.0	0		2	1
	115+850	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	115+900	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	115+950	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	116+000	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	116+050	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	116+100	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	116+150	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	116+200	1.6	1.6	0.0	0		2	1
	116+250	1.6	1.6	0.0	0		2	1
	116+300	1.5	1.5	0.0	0		2	1
	116+350	1.5	1.5	0.0	0		2	1

	116+400	1.7	1.7	0.0	0		2	1
	116+450	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	116+500	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	116+550	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	116+600	2.2	2.9	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	116+650	2.4	3.1	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	116+700	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	116+750	2.4	3.1	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	116+800	2.3	3.0	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	116+850	2.1	2.7	0.6	5	segitiga 0.75 m	2	1
	116+900	2.2	2.9	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
3	116+950	2.4	3.1	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	117+000	3	3.8	0.8	7	segitiga 1 m	11	3
	117+050	3.6	4.6	1.0	7	segitiga 1 m	11	3
	117+100	4.1	5.2	1.1	8	segitiga 1 m	11	4
	117+150	4.7	6.0	1.3	8	segitiga 1 m	11	4
	117+200	5.3	6.7	1.4	8	segitiga 1 m	10	3
	117+250	5.8	7.3	1.5	8	segitiga 1 m	10	3
	117+300	6.3	7.8	1.5	9	segitiga 1 m	19	7
	117+350	6.5	8.1	1.6	9	segitiga 1 m	19	7
	117+400	6.5	8.1	1.6	9	segitiga 1 m	19	7
	117+450	6.6	8.2	1.6	9	segitiga 1 m	19	7
	117+500	6.2	7.7	1.5	9	segitiga 1 m	19	7
	117+550	5.9	7.4	1.5	8	segitiga 1 m	10	3
	117+600	5.2	6.6	1.4	8	segitiga 1 m	10	3
2	117+650	4.7	6.0	1.3	8	segitiga 1 m	11	4
	117+700	4	5.1	1.1	7	segitiga 1 m	11	3
	117+750	3	3.9	0.9	5	segitiga 0.75 m	2	1
	117+800	2.2	2.9	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	117+850	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	117+900	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	117+950	1.8	1.8	0.0	0		4	1
	118+000	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	118+050	1.9	1.9	0.0	0		4	1
	118+100	2	2.0	0.0	0		4	1
	118+150	2	2.0	0.0	0		4	1
	118+200	2	2.0	0.0	0		4	1
	118+250	2	2.0	0.0	0		4	1
	118+300	2	2.0	0.0	0		4	1
	118+350	2	2.0	0.0	0		4	1
	118+400	2.2	2.9	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	118+450	2.3	3.0	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	118+500	2.3	3.0	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	118+550	2.4	3.1	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	118+600	2.4	3.1	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	118+650	2.4	3.1	0.7	5	segitiga 0.75 m	2	1
	118+700	2.5	3.3	0.8	5	segitiga 0.75 m	2	1

Harga timbunan = 69852.94 /m<sup>3</sup>

Harga PVD = 3500/m

Harga geotextile = 17000/m<sup>2</sup>

Harga cerucuk = 2700000/batang

Total harga yang didapat = Rp 62.914.904.284,51



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Kondisi tanah dasar mayoritas tanah mampu mampatnya sedalam 13m, hanya 1 km yang tanah mampu mampatnya diatas 13m.
2. Pada metode konvensional, tinggi timbunan awal yang tertinggi adalah 9m pada STA 113+800 dengan timbunan rencana 7,3m.
3. Kedalaman PVD yang diperlukan beragam, yang terpendek 5 meter dan yang terpanjang 9m. Jarak antar PVD 0.75m dan 1m.
4. Semua STA dipasang geotextile minimal 2 agar penurunan timbunannya tidak ada differential settlement. Dan terbanyak 4 lapis. Cerucuk yang dibutuhkan paling sedikit 1, terbanyak 7 batang dengan panjang 7m.
5. Perbaikan tanah menggunakan vacuum preloading tidak diperlukan, karena dengan timbunan rencana yang tertinggi, 7,3m, dibandingkan dengan konvensional, harga nya jauh lebih mahal metode vacuum preloading.
6. Perkuatan menggunakan geotextile sepanjang 4,35km, untuk cerucuk hanya digunakan sepanjang 4,25 km.
7. Total cost termurah Rp 62.914.904.284,51 sepanjang 8,5km. Sekitar 7,4M per km

#### **6.2 Saran**

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa, penulis memberikan saran yaitu :

1. Perencanaan timbunan sebaiknya mempertimbangkan lokasi di sekitar.

2. Pada perhitungan biaya untuk perencanaan selanjutnya dapat diperhitungkan biaya pelaksanaan.

## DAFTAR ACUAN

- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah: Prinsip–Prinsip Rekayasa Geoteknik*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya : Erlangga
- Mochtar, Indrasurya B . 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah (Problrmatic Soils)*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
- Mochtar, Indrasurya B . 2011. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan untuk Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi di atasTanah Bermasalah Jilid 2*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
- Mochtar, Noor Endah. 2012. *Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah*. Surabaya: ITS Press

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 31 Juli 1994, dengan nama lengkap Fauzan Umar Faruq. Penulis merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita Surabaya, SDN Kendang Sari I No 276 Surabaya, SMP Negeri 6 Surabaya, SMA Negeri 15 Surabaya. Setelah lulus dari SMA Negeri 15 Surabaya tahun 2012, Penulis mengikuti Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan diterima di Jurusan S-1 Teknik Sipil FTSP-ITS pada

tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112 100 105.

Selama berkuliah di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Geoteknik. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan yang diselenggarakan oleh kampus ITS. Selain itu penulis juga aktif dalam berbagai organisasi maupun kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa.

Lampiran....

STA	110+250	110+300	110+350	110+400	110+450	110+500	110+550	110+600	110+650	110+700	110+750	110+800	110+850	110+900	110+950
Existing	53,5	53,9	53,4	52,9	53		54,2	53	53,1	53,1	53	53	53,1	53	53,1
menimbun	3,5	3,3	4	4,7	4,7	0	3,2	4	3,4	2,9	2,5	2	1,7	1,3	1,2
Rencana	57	57,2	57,4	57,6	57,7		57,4	57	56,5	56	55,5	55	54,8	54,3	54,3
lempung	-7,8	-7,8	-7,8	-7,8	-7,8		-7,8	-8,1	-8,3	-8,6	-8,9	-9,2	-9,4	-9,7	-10,0

STA	111+000	111+050	111+100	111+150	111+200	111+250	111+300	111+350	111+400	111+450	111+500	111+550	111+600	111+650	111+700
Existing	53,1	53,1	53,1	53,5	53,1	52,9	53,3	53,3	53,4	53,3	53,2	53,5	53,4	53,5	53,7
menimbun	1,1	1,3	1,3	1,1	1,7	2	1,8	1,9	2	2,2	2,5	2,3	2,6	2,5	2,3
Rencana	54,2	54,4	54,4	54,6	54,8	54,9	55,1	55,2	55,4	55,5	55,7	55,8	56	56	56
lempung	-10,254545	-10,5	-10,8	-11,9	-12,9	-14,0	-15,0	-16,05	-17,1	-18,2	-19,2	-18,9	-18,7	-18,4	-18,1

STA	111+750	111+800	111+850	111+900	111+950	112+000	112+050	112+100	112+150	112+200	112+250	112+300	112+350	112+400	112+450
Existing	53,7	53,9	53,8	54	54,2	54,3	54,4	54,5	54,5	54,5	54,7	54,8	54,9	55	55
menimbun	2,1	1,8	1,8	1,7	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8	1,9	2	2,1	2,1	2	2
Rencana	55,8	55,7	55,6	55,7	55,7	55,8	55,9	56,1	56,3	56,4	56,7	56,9	57	57	57
lempung	-17,9	-17,6	-17,3	-17,1	-16,8	-16,9	-16,9143	-17,0	-17,0	-17,1	-17,1	-17,2	-17,3667	-17,5	-17,7

STA	112+500	112+550	112+600	112+650	112+700	112+750	112+800	112+850	112+900	112+950	113+000	113+050	113+100	113+150	113+200
Existing	55,2	55,4	55,3	55,4	55,4	55,2	55	55	55	55	55	55,7	55,3	55,5	55,7
menimbun	1,6	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	2	2	1,7	1,7	1,7	1,2	1,7	1,7	1,6
Rencana	56,8	56,9	57	57,2	57,2	57,1	57	57	56,7	56,7	56,7	56,9	57	57,2	57,3
lempung	-17,9	-18,0	-18,2	-17,6	-17,1	-16,6	-16,0	-15,45	-14,9	-14,4	-13,8	-13,8	-13,7	-13,7	-13,7

STA	113+250	113+300	113+350	113+400	113+450	113+500	113+550	113+600	113+650	113+700	113+750	113+800	113+850	113+900	113+950
Existing	55,7	55,9	56	55,3	56	56	56	56	56,1	56,1	56,2	56,1	56,2	56,4	56,3
menimbun	1,8	1,8	2	3,7	4	5	5	6,2	6,7	7	7,1	7,3	7,1	6,7	6,3
Rencana	57,5	57,7	58	59	60	61	61	62,2	62,8	63,1	63,3	63,4	63,3	63,1	62,6
lempung	-13,6	-13,6	-13,7	-13,8	-13,9	-14,0	-14,1	-14,2	-14,3	-14,4	-14,5	-14,6	-14,7	-14,8	-14,9

STA	114+000	114+050	114+100	114+150	114+200	114+250	114+300	114+350	114+400	114+450	114+500	114+550	114+600	114+650	114+700
Existing	56,5	56,6	56,5	56,7	56,9	56,9	57,2	57,3	57,6	57,6	57,7	58	57,8	58,7	58
menimbun	5,6	4,9	4	2,7	2,1	1,9	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,1	2,2	1,3	1,8
Rencana	62,1	61,5	60,5	59,4	59	58,8	58,9	59,1	59,5	59,7	59,9	60,1	60	60	59,8
lempung	-15,1	-15,2	-15,3	-15,4	-15,5	-15,6125	-15,7	-15,8	-16,0	-16,1	-16,2	-16,3	-16,4	-16,6	-16,7

STA	114+750	114+800	114+850	114+900	114+950	115+000	115+050	115+100	115+150	115+200	115+250	115+300	115+350	115+400	115+450
Existing	58	58	58	58,2	58	58,2	58,3	58,4	58,5	58,5	58,5	58,4	58,4	58,4	58,6
menimbun	1,7	1,6	1,6	1,7	1,9	1,8	1,9	2	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8
Rencana	59,7	59,6	59,6	59,9	59,9	60	60,2	60,4	60,4	60,4	60,2	60,2	60,2	60,2	60,4
lempung	-16,9	-17,0	-17,2	-17,3	-17,5	-17,6	-17,8	-17,9	-18,1	-18,2	-18,1	-18,0	-17,9	-17,8	-17,7

STA	115+500	115+550	115+600	115+650	115+700	115+750	115+800	115+850	115+900	115+950	116+000	116+050	116+100	116+150	116+200
Existing	58,8	58,6	58,4	58,7	58,6	58,8	58,9	59	59,2	59,3	59,6	59,7	59,8	59,6	59,7
menimbun	1,7	2	1,9	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,6
Rencana	60,5	60,6	60,3	60,2	60,1	60,3	60,5	60,8	61	61,2	61,5	61,6	61,5	61,3	61,3
lempung	-17,6	-17,5	-17,4	-17,3	-17,2	-17,1	-16,9	-16,8	-16,7	-16,6	-16,5	-16,4	-16,3	-16,2	-16,1

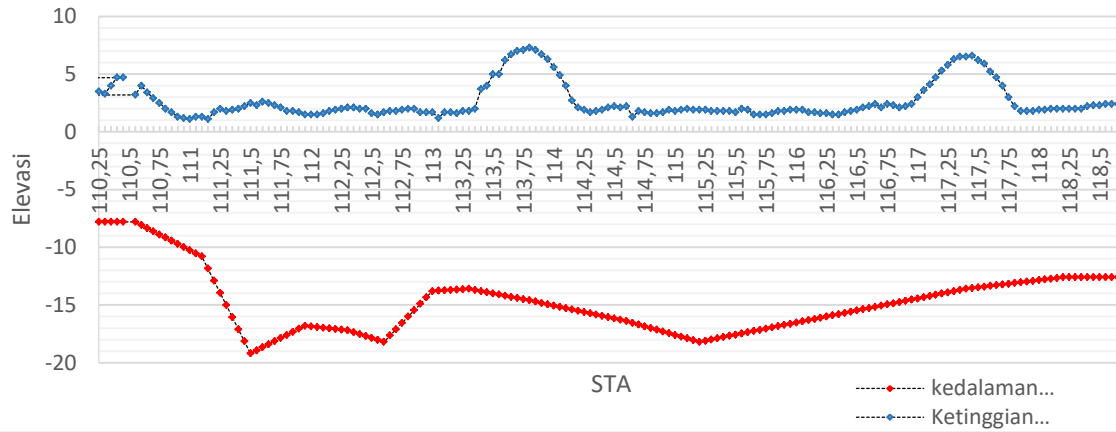
STA	116+250	116+300	116+350	116+400	116+450	116+500	116+550	116+600	116+650	116+700	116+750	116+800	116+850	116+900	116+950
Existing	59,7	59,9	60	60	60,1	60,3	60,4	60,5	60,6	61	60,7	60,7	60,7	60,7	60,8
menimbun	1,6	1,5	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,1	2,4	2,3	2,1	2,2	2,4
Rencana	61,3	61,4	61,5	61,7	61,9	62,2	62,5	62,7	63	63,2	63,1	63	62,8	62,9	63,2
lempung	-16,0	-15,9	-15,8	-15,7	-15,5864	-15,5	-15,4	-15,3	-15,2	-15,1	-15,0	-14,9	-14,8	-14,6	-14,5

STA	117+000	117+050	117+100	117+150	117+200	117+250	117+300	117+350	117+400	117+450	117+500	117+550	117+600	117+650	117+700
Existing	60,8	60,9	61	61	61,1	61,2	61,1	61,2	61,3	61,2	61,4	61,4	61,6	61,5	61,6
menimbun	3	3,6	4,1	4,7	5,3	5,8	6,3	6,5	6,5	6,6	6,2	5,9	5,2	4,7	4
Rencana	63,8	64,5	65,1	65,7	66,4	67	67,4	67,7	67,8	67,8	67,6	67,3	66,8	66,2	65,6
lempung	-14,4	-14,3	-14,2	-14,1	-14,0	-13,9136	-13,8091	-13,7045	-13,6	-13,5375	-13,475	-13,4125	-13,35	-13,2875	-13,225



STA	117+750	117+800	117+850	117+900	117+950	118+000	118+050	118+100	118+150	118+200
Existing	62	62,1	62,3	62,4	62,5	62,6	62,7	62,8	62,9	63,1
menimbun	3	2,2	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2	2	2
Rencana	65	64,3	64,1	64,2	64,3	64,5	64,6	64,8	64,9	65
lempung	-13,1625	-13,1	-13,0375	-12,975	-12,9125	-12,85	-12,7875	-12,725	-12,6625	-12,6

[illegible]



Lampiran...

### S3

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL				PI	Cv
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	1,6	clays	sangat lunak	8,6	2,15	2	1,08	16	0	2,86	60	1,29	0,23	40	0,0001
1,6	4,6	clays	lunak	19,1	4,775	4	2,39	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
4,6	7,8	clays	menengah	32,8	8,2	8	4,1	20	0	1,45	60	0,50	0,11	40	0,0006
7,8	9,2	sands	kaku	51,4	13,70667	13	6,43	18	31	0,75	60	0,30	0,08	40	0,001
9,2	10,2	sands	sangat kaku	116	30,93333	30	15,5	20,7	36	0,5	60	0,3	0,1	40	0,01
10,2	10,8	sands	keras	210	56	56	28	22,3	43	0,35	60	0,2	0,1	40	0,1

### S6

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL			PI	Cv	
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	4,6	clays	sangat lunak	5,6	1,4	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
4,6	7,2	clays	lunak	17,3	4,325	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
7,2	18,2	clays	menengah	31,8	7,95	7	3,5	19	0	1,45	60	0,50	0,11	40	0,0006
18,2	20	clays	kaku	51,1	12,775	12	6	19	0	1,15	60	0,40	0,10	40	0,00075

### S7

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL			PI	Cv	
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	2,8	clays	sangat lunak	7	1,75	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
2,8	4,6	clays	lunak	17,4	4,35	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
4,6	13,8	silts	menengah	31,9	7,975	7	3,5	19	0	1,45	60	0,50	0,11	40	0,0006
13,8	18,4	sands	kaku	52	13	13	6,5	18	31	1,1	60	0,39	0,09	40	0,00077

### S8

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL			PI	Cv	
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	2,6	clays	sangat lunak	6,3	1,575	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
2,6	6,8	clays	lunak	14,4	3,6	3	1,5	17,5	0	2,38	60	0,97	0,18	40	0,0002
6,8	13,6	clays	menengah	27,5	6,875	6	3	18,5	0	1,5	60	0,52	0,12	40	0,00057
13,6	20,2	sands	kaku	59,1	14,775	14	7	18,2	31	1,08	60	0,38	0,09	40	0,0008

### S9

Kedalaman	jenis		konsistensi	nilai konus	N spt	Nspt	Cu	gamma sat	$\phi$ (°)	e	LL	cc	cs	PI	Cv
m	tanah			kg/cm2			t/m2				%			%	cm2/det
0	4,2	clays	sangat lunak	6,9	1,725	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
4,2	6,2	clays	lunak	18,4	4,6	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
6,2	14,6	clays	menengah	32,7	8,175	8	4	20	0	1,3	60	0,45	0,10	40	0,00065
14,6	19	clays	kaku	51,4	12,85	12	6	19	0	1,15	60	0,40	0,10	40	0,0075

### S10

Kedalaman	jenis		konsistensi	nilai konus	N spt	Nspt	Cu	gamma sat	$\phi$ (°)	e	LL	cc	cs	PI	Cv
m	tanah			kg/cm2			t/m2				%			%	cm2/det
0	2,4	clays	sangat lunak	7,9	1,975	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
2,4	4	clays	lunak	17,3	4,325	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
4	7,4	clays	menengah	33,3	8,325	8	4	20	0	1,3	60	0,45	0,10	40	0,00065
7,4	8,6	clays	lunak	18,8	4,7	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
8,6	16,4	clays	menengah	32,5	8,125	8	4	20	0	1,3	60	0,45	0,10	40	0,00065
16,4	19,4	clays	kaku	54	13,5	13	6,5	19,3	0	1,1	60	0,39	0,09	40	0,00077

### S11

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL			PI	Cv	
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	3,2	clays	sangat lunak	6,9	1,725	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
3,2	6,8	clays	menengah	29,1	7,275	7	3,5	19	0	1,45	60	0,50	0,11	40	0,0006
6,8	10,6	clays	lunak	19,8	4,95	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
10,6	18,2	clays	menengah	29,1	7,275	7	3,5	19	0	1,45	60	0,50	0,11	40	0,0006
18,2	20,6	clays	kaku	53,75	13,4375	13	6,5	19,3	0	1,1	60	0,39	0,09	40	0,00077

### S16

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL				PI	Cv
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	3,6	clays	sangat lunak	6	1,5	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
3,6	5,4	clays	lunak	15,7	3,925	3	1,5	17,5	0	2,38	60	0,97	0,18	40	0,0002
5,4	13,6	clays	menengah	31,2	7,8	7	3,5	19	0	1,45	60	0,50	0,11	40	0,0006
13,6	18	clays	kaku	58,9	14,725	14	7	19,7	0	1,08	60	0,38	0,09	40	0,0008

### S17

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL				PI	Cv
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	3,4	clays	sangat lunak	6,3	1,575	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
3,4	6,6	clays	lunak	18,4	4,6	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
6,6	12,6	clays	menengah	28,3	7,075	7	3,5	19	0	1,45	60	0,50	0,11	40	0,0006
12,6	19	clays	kaku	51,1	12,775	12	6	19	0	1,15	60	0,40	0,10	40	0,00077

### S18

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	$\phi$		LL			PI	Cv
m	tanah	konsistensi	kg/cm <sup>2</sup>	N spt	Nspt	t/m <sup>2</sup>	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm <sup>2</sup> /det
0	3,6	clays	sangat lunak	9,3	2,325	2	1	16	2,86	60	1,3	0,2	40	0,0001
3,6	7,6	clays	lunak	16	4	4	2	19	2	60	0,8	0,2	40	0,0003
7,6	17,2	clays	menengah	30,5	7,625	7	3,5	19	1,45	60	0,5	0,1	40	0,0006
17,2	21,2	clays	kaku	51	12,75	12	6	19	1,15	60	0,4	0,1	40	0,00075



### S19

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL			PI	Cv	
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	4	clays	sangat lunak	7,3	1,825	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
4	6,6	clays	lunak	16,2	4,05	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
6,6	11,6	clays	menengah	27,6	6,9	6	3	18,5	0	1,55	60	0,54	0,12	40	0,00055
11,6	15,6	clays	lunak	19,3	4,825	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
15,6	19,2	clays	menengah	34,4	8,6	8	4	20	0	1,3	60	0,45	0,10	40	0,00067
19,2	21,6	clays	kaku	51,7	12,925	12	6	19	0	1,15	60	0,40	0,10	40	0,00075

### S21

Kedalaman	jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL			PI	Cv	
m	tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	4	clays	sangat lunak	6,7	1,675	1	0,5	16	0	3,5	60	1,82	0,32	40	0,00005
4	7,6	clays	lunak	17,3	4,325	4	2	19	0	2	60	0,75	0,15	40	0,0003
7,6	16,8	clays	menengah	21,7	5,425	5	2,5	17,7	0	1,7	60	0,61	0,13	40	0,0005
16,8	21	clays	kaku	58,8	14,7	14	7	19,7	0	1,08	60	0,38	0,09	40	0,0008

## S25

Kedalaman		jenis		nilai konus			Cu	gamma	φ		LL			PI	Cv	
m		tanah	konsistensi	kg/cm2	N spt	Nspt	t/m2	sat	(°)	e	%	cc	cs	%	cm2/det	
0	3,2	clays	sangat lunak	5,5	1,375	1	0,5	16		0	3,5	60	1,8	0,3	40	0,00005
3,2	5,2	clays	menengah	25,1	6,275	6	3	18,5		0	1,55	60	0,5	0,1	40	0,00055
5,2	6,6	clays	lunak	18,7	4,675	4	2	19		0	2	60	0,8	0,2	40	0,0003
6,6	9,6	clays	menengah	30,9	7,725	7	3,5	19		0	1,45	60	0,5	0,1	40	0,0006
9,6	11	clays	sangat lunak	9	2,25	2	1	16		0	2,86	60	1,3	0,2	40	0,0001
11	11,8	sands	kaku	85	21,25	21	10,5	19,3	34	0,59	60	0,3	0,1	40		0,007
11,8	17	clays	menengah	23,7	5,925	5	2,5	18		0	1,25	60	0,4	0,1	40	0,0007
17	18	sands	keras	202	53,86667	53	26,5	21,7	42	0,35	60	0,2	0,1	40		0,1

# LAMPIRAN 2

## BROSUR-BROSUR BAHAN MATERIAL YANG DIPAKAI

### Spesifikasi PVD

## CeTeau-Drain CT-D812

### Drain Body

Extrusion profile of 100% polypropylene with the following important properties:

- environmental safe
- large water flow capacity
- flexible
- high tensile strength and toughness
- inert to natural occurring acids, alkalis and salt
- workable and easy to handle at low temperatures
- no wet shrinkage or growth

### Filter Jacket

Nonwoven fabric of 100% polyester without any binders, with the following important properties:

- balanced strength in both directions
- high tensile strength and toughness
- no wet shrinkage or growth
- good resistance to rot, moisture and insects
- high water permeability
- inert to natural occurring acids, alkalis and salt
- excellent filtration characteristics
- tear, burst and puncture resistant
- environmental safe

Physical properties		Unit	CT-D812
Drain Body	Configuration	-	□□□□□□
	Material	-	PP
Filter Jacket	Colour	-	white
	Material	-	PET
Assembled Drain	Colour	-	grey
	Weight	g/m	70
	Width	mm	100
	Thickness	mm	3

Physical properties	Symbol	Test	Unit	CT-D812
<b>Filter Jacket</b>				
Draw Tensile Strength	F	ASTM D4632	N	480
Elongation	e	ASTM D4632	%	32
Tear Strength		ASTM D4632	N	120
Pore Size	Q <sub>5</sub>	ASTM D4751	µm	≤ 75
Permeability	A	ASTM D4491	m/s	≥ 1.0 × 10 <sup>-4</sup>
<b>Assembled Drain</b>				
Tensile Strength	F	ASTM D4595	kN	2.50
Elongation at break	C	ASTM D4595	%	40
Strength at 10% elongation	F	ASTM D4595	kN	2.1
Elongation at 1 kN tensile strength	e	ASTM D4595	%	1.0
Discharge capacity at 100 kPa	Q <sub>1</sub>	ASTM D4716	m <sup>3</sup> /s	92 × 10 <sup>6</sup>
Discharge capacity at 150 kPa	Q <sub>2</sub>	ASTM D4716	m <sup>3</sup> /s	89 × 10 <sup>6</sup>
Discharge capacity at 200 kPa	Q <sub>3</sub>	ASTM D4716	m <sup>3</sup> /s	87 × 10 <sup>6</sup>
Discharge capacity at 250 kPa	Q <sub>4</sub>	ASTM D4716	m <sup>3</sup> /s	86 × 10 <sup>6</sup>
Discharge capacity at 300 kPa	Q <sub>5</sub>	ASTM D4716	m <sup>3</sup> /s	85 × 10 <sup>6</sup>
Discharge capacity at 350 kPa	Q <sub>6</sub>	ASTM D4716	m <sup>3</sup> /s	84 × 10 <sup>6</sup>

Transport details		Unit	CT-D812
Roll length		m	300
Outside diameter roll		m	1.10
Inside diameter roll		m	0.15
Weight roll		kg	20
40ft container		m	135,000

All information, illustrations and specifications are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes of any kind without notice. All mechanical properties are average values. Standard variations in mechanical strength of 10% and in hydraulic flow and pore size of 20% have to be allowed for.

Agent & Distributor in Indonesia Area :

**PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL**

Wisma DEER Building, 1<sup>st</sup> floor

J. Rungkut Industri Raya No. 12 Surabaya 60203

Tel. 02-31-8475962 Fax. 02-31-8475963

Email : info@geosistem.co.id Website : www.geosistem.co.id



Gambar 1. Spesifikasi PVD CeTau-Drain CT-D812

## Spesifikasi Geotextile

# UnggulTex

POLYPROPYLENE WOVEN GEOTEXTILES

### TECHNICAL SPESIFICATIONS

PROPERTIES	UNIT	TEST METHOD	UW - 150	UW - 200	UW - 250
<b>Physical Properties</b>					
Mass	g/m <sup>2</sup>	ASTM D 5261-92	150	200	250
Thickness	mm	ASTM D 5199-91	0.5	0.6	0.7
Colour	-	-	Black	Black	Black
<b>Mechanical Properties</b>					
Strip Tensile Strength (Wab/Welt)	kN/m	ASTM D 4595-94	37/35	42/39	52/52
Elongation at Max. Load (Wab/Welt)	%	ASTM D 4595-94	19/18	20/20	20/20
Grasp Tensile Strength (Wab/Welt)	N	ASTM D 4632-91	1210/1200	1600/1600	1750/1750
Elongation at Max. Load (Wab/Welt)	%	ASTM D 4632-91	14/13	22/22	22/22
Trapezoidal Tear Strength (Wab/Welt)	N	ASTM D 4533-91	615/615	700/700	800/800
<b>Hydraulic Properties</b>					
Pore Size O <sub>95</sub>	µm	ASTM D 4751-95	320	275	250
Water Permeability	l/m <sup>2</sup> /sec	100 mm water head	28	16	7.5
<b>Environmental Properties</b>					
Effect of soil Alkalinity	-	-	nil	nil	nil
Effect of soil Acidity	-	-	nil	nil	nil
Effect of Bacteria	-	-	nil	nil	nil
Effect of U.V. Light	-	-	Stabilized	Stabilized	Stabilized
<b>Packaging</b>					
Roll Length	m	-	150 - 200	150 - 200	150 - 200
Roll Width	m	-	3 - 4	3 - 4	3 - 4
Roll Area	m <sup>2</sup>	-	640 - 760	640 - 760	640 - 760
Roll Diameter (Approx)	m	-	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5	0.4 - 0.5
Roll Weight (Approx)	kg	-	96 - 114	128 - 152	160 - 190

All information, illustration and specification are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes at any time without notice.

Distributed by :

**PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL**

Wisma SIER Building, 1<sup>st</sup> Floor, Jl. Rungkut Industri Raya 12, Surabaya 60263  
Tel. 031-8475062 Fax. 031-8475063  
Email : info@geosistem.co.id  
Website : www.geosistem.co.id



Gambar 2. Spesifikasi Geotextile UnggulTex UW-250

## Spesifikasi *Micropile*

Specification of Material			
Item	Reference	Description	Specification
Aggregate	ASTM C 33 - 1994	Standard Specification for Concrete Aggregates	Standard product Type I (special order - Type II or V)
Cement	UNI 11-0049 - 2004	Portland Cement	Standard product Type I (special order - Type II or V)
Admixture	ASTM C 494 - 1995	Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete	Type F - water reducing admixture
Concrete	SNL SD 2047-2002	Structural Concrete Code	(Compressive Strength at 28 days - 400 kgf/cm <sup>2</sup> ) (modul)
PC Wire	225 to 3526 - 1995	Uncoated Steep Reinforced Steel Wire and Strips for Preplaced Concrete	USPSF 5
PC Bar	215 to 3157 - 1994	Uncoated Steel Bars for Reinforcement	USPSF 1, 1.75, 2.00
Steel Wire Rod	215 to 3157 - 1995	Low Carbon Steel Wire	USPSF / USPSF 10, 10.5
Steel Plate	104 to 2163 - 1999	Hot Rolled Steel for Structural	AWS A 5.3 / S 8013 H192-2712, 68-28 / SD 296, 1204, 24, if requested
Welding	AWS / AWS D1.4 - 1990	Structural Welding Code Steel	

Classification								
Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Class	Concrete Gross Section (cm <sup>2</sup> )	Unit Weight (kg/m)	Length (m)	Bonding Grout (Tonnage)	Minimum Ultimate (Tonnage)	Approximate Actual Load (Tonnage)
300	50	A2	972	112	8 - 11	3.00	9.70	72.40
		A3				3.00	4.40	92.70
		B				3.30	4.30	67.30
		C				4.00	6.00	92.40
250	50	A1	582	147	8 - 15	3.30	5.25	93.10
		A3				4.25	8.30	89.70
		B				5.00	8.00	96.40
		C				6.50	12.00	93.60
200	25	A2	362	244	8 - 16	6.00	8.22	122.20
		A3				6.20	8.72	127.60
		B				7.50	13.50	114.60
		C				9.00	18.00	112.30
150	20	A1	180	322	8 - 16	7.50	11.25	149.30
		A2				8.50	12.75	145.80
		A3				10.50	16.10	142.80
		B				11.00	19.00	139.30
100	30	A1	110	500	8 - 16	10.50	15.00	140.30
		A2				11.50	16.75	131.70
		A3				14.00	21.00	128.20
		B				15.00	25.00	124.00
50	50	A1	1571	383	6 - 10	17.00	25.50	252.70
		A2				18.00	28.50	249.10
		A3				22.00	33.00	243.20
		B				25.00	45.00	238.30
		C				30.00	58.00	239.80

Gambar 3. Spesifikasi dan Daftar Harga *Micropile* WIKA BETON

LAMPIRAN 3

Perhitungan Zona 1

$q=1,8t/m^2$

akibat timbunan																				
Kedala man H (m)	Tebal lapisan (m)	z (m)	e	Cc	Cs	$\alpha 1$		$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma^{sat}$	$\gamma'$	$\gamma' * H$	$\gamma' * H_{kum}$	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	N/C/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma'0$		
						*	*											t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
0 - 1	1	0,5	2.380	0.970	0.180	0.335	87.634	0.900	1.800	1.600	0.600	0.600	0.300	2.300	7.7	OC Soil	2.100	0.045	0.045	
1 - 2	1	1,5	2.380	0.970	0.180	0.994	82.933	0.899	1.799	1.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.900	3.2	OC Soil	2.699	0.025	0.070
2 - 3	1	2,5	1.250	0.430	0.100	1.619	78.326	0.897	1.795	1.900	0.900	0.900	2.100	1.650	3.650	2.2	OC Soil	3.445	0.014	0.085
3 - 4	1	3,5	1.250	0.430	0.100	2.192	73.867	0.893	1.786	1.900	0.900	0.900	3.000	2.550	4.550	1.8	OC Soil	4.336	0.010	0.095
4 - 5	1	4,5	1.250	0.430	0.100	2.700	69.600	0.886	1.773	1.900	0.900	0.900	3.900	3.450	5.450	1.6	OC Soil	5.223	0.008	0.103
5 - 6	1	5,5	0.990	0.340	0.090	3.135	65.556	0.877	1.753	2.000	1.000	1.000	4.900	4.400	6.400	1.5	OC Soil	6.153	0.007	0.110
6 - 7	1	6,5	0.990	0.340	0.090	3.495	61.756	0.864	1.728	2.000	1.000	1.000	5.900	5.400	7.400	1.4	OC Soil	7.128	0.006	0.115
7 - 8	1	7,5	0.990	0.340	0.090	3.783	58.208	0.849	1.698	2.000	1.000	1.000	6.900	6.400	8.400	1.3	OC Soil	8.098	0.005	0.120

$$q=3,6t/m^2$$

akibatimbunan																										
Kedalaman H		Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	α1		α2		Δσ	2Δσ	γsat	γ'	γ' * H	γ' * H <sub>kum</sub>	σ <sub>0</sub>	σ <sub>c</sub>	OCR	MC/OC soil	Δσ+σ <sub>0</sub>		Sc	Σ Sc		
(m)	(m)						°	°	ψ/m2	ψ/m3											ψ/m3	ψ/m2			ψ/m2	ψ/m2
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	-	1	1	0,5	2,380	0,970	0,180	0,587	87,634	1,800	3,600	1,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	OC:50II			3,900	0,113	0,113	
1	-	2	1	1,5	2,380	0,970	0,180	1,744	82,933	1,799	3,598	1,600	0,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	OC:50II			4,498	0,082	0,195	
2	-	3	1	2,5	1,250	0,430	0,100	2,847	78,326	1,796	3,591	1,900	0,900	0,900	0,900	2,100	1,650	3,650	2,21212	OC:50II			5,241	0,045	0,240	
3	-	4	1	3,5	1,250	0,430	0,100	3,868	73,667	1,789	3,577	1,900	0,900	0,900	0,900	3,000	2,550	4,550	1,78434	OC:50II			6,127	0,036	0,276	
4	-	5	1	4,5	1,250	0,430	0,100	4,784	69,600	1,777	3,554	1,900	0,900	0,900	0,900	3,900	3,450	5,450	1,57971	OC:50II			7,004	0,030	0,306	
5	-	6	1	5,5	0,930	0,340	0,090	5,588	65,556	1,761	3,521	2,000	1,000	1,000	1,000	4,900	4,400	6,400	1,45456	OC:50II			7,921	0,024	0,329	
6	-	7	1	6,5	0,930	0,340	0,090	6,239	61,756	1,739	3,478	2,000	1,000	1,000	1,000	5,900	5,400	7,400	1,37037	OC:50II			8,878	0,020	0,350	
7	-	8	1	7,5	0,930	0,340	0,090	6,814	58,208	1,713	3,425	2,000	1,000	1,000	1,000	6,900	6,400	8,400	1,3125	OC:50II			9,825	0,017	0,367	



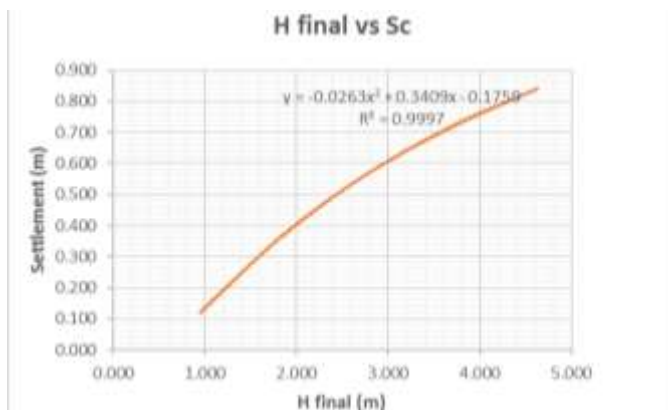
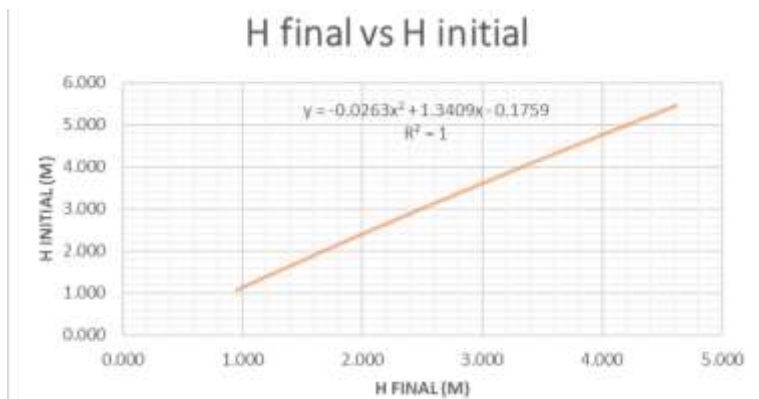




$$q=9t/m^2$$

skat timbunan																						
Kedalaman H		Tebal lapisan		z	e	Cc	Cs	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\gamma'^H$	$\gamma'^H_{kum}$	$\sigma'_0$	$\sigma'_c$	OCR N/OC50II	$\Delta\sigma'^0$	Sc	$\Sigma Sc$	
(m)		(m)	(m)																			*
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	-	1	1	0.5	2.380	0.970	0.880	1.070	87.634	4.500	9.000	1.600	0.600	0.600	0.600	0.300	2.300	7.66667	OC50II	9.300	0.221	0.221
1	-	2	1	1.5	2.380	0.970	0.880	3.184	82.933	4.498	8.997	1.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.900	3.22222	OC50II	9.897	0.180	0.401
2	-	3	1	2.5	1.250	0.430	0.880	5.220	78.326	4.493	8.986	1.900	0.900	0.900	2.200	1.650	3.650	2.22121	OC50II	10.656	0.04	0.505
3	-	4	1	3.5	1.250	0.430	0.880	7.134	73.867	4.482	8.963	1.900	0.900	0.900	3.000	2.350	4.550	1.78634	OC50II	11.513	0.088	0.594
4	-	5	1	4.5	1.250	0.430	0.880	8.881	69.600	4.462	8.925	1.900	0.900	0.900	3.900	3.450	5.450	1.57971	OC50II	12.375	0.07	0.671
5	-	6	1	5.5	0.930	0.340	0.880	10.469	65.556	4.435	8.889	2.000	1.000	1.000	4.900	4.400	6.400	1.45545	OC50II	13.289	0.063	0.734
6	-	7	1	6.5	0.930	0.340	0.880	11.855	61.756	4.398	8.795	2.000	1.000	1.000	5.900	5.400	7.400	1.37037	OC50II	14.095	0.056	0.790
7	-	8	1	7.5	0.930	0.340	0.880	13.047	58.208	4.352	8.704	2.000	1.000	1.000	6.900	6.400	8.400	1.3125	OC50II	15.104	0.050	0.840

q timb	Sc akibat q timb	H initial	H final	Sc total
t/m <sup>2</sup>	(m)	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	$(A+B)/\gamma t$	$C-B-D+E-F$	$B+F$
A	B	C	G	H
1.8	0.120	1.067	0.947	0.120
3.6	0.367	2.204	1.837	0.367
5.4	0.563	3.313	2.750	0.563
7.2	0.715	4.397	3.682	0.715
9	0.840	5.467	4.626	0.840



Zona 1 h rencana= 3m , h initial = 3,6m

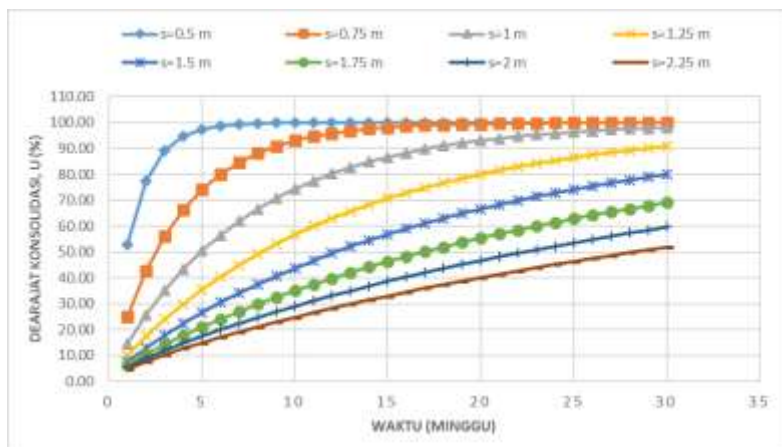
alat timbunan																			
Ketebalan H		Tebal lapisan	z	e		Cc	G	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\gamma'^*H$	$\gamma'^*H_{lum}$	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	N/COC soil
(m)		(m)	(m)					'	'	$\psi/m2$	$\psi/m3$	$\psi/m3$	$\psi/m3$	$\psi/m2$	$\psi/m2$	$\psi/m2$	$\psi/m2$		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-	1	1	0,5	2.380	0,970	0,180	0,882	87,64	3.240	6.480	1.600	0,600	0,600	0,600	0,300	2.300	7,66667	OC Soil
1	-	2	1	1,5	2.380	0,970	0,180	2,623	82,333	3.239	6.477	1.600	0,600	0,600	1.200	0,900	2.900	3,22222	OC Soil
2	-	3	1	2,5	1.230	0,430	0,100	4,233	78,326	3.234	6.468	1.900	0,900	0,900	2.100	1,650	3,650	2,212121	OC Soil
3	-	4	1	3,5	1.230	0,430	0,100	5,654	73,667	3.224	6.448	1.900	0,900	0,900	3.000	2,550	4,550	1,78434	OC Soil
4	-	5	1	4,5	1.230	0,430	0,100	7,276	69,600	3.208	6.415	1.900	0,900	0,900	3.900	3,450	5,450	1,57971	OC Soil
5	-	6	1	5,5	0,930	0,340	0,090	8,538	65,556	3.194	6.388	2.000	1.000	1.000	4.900	4.400	6.400	1,45456	OC Soil
6	-	7	1	6,5	0,930	0,340	0,090	9,631	61,756	3.153	6.305	2.000	1.000	1.000	5.900	5.400	7.400	1,37037	OC Soil
7	-	8	1	7,5	0,930	0,340	0,090	10,556	58,208	3.114	6.228	2.000	1.000	1.000	6.900	6.400	8.400	1,3125	OC Soil
														$\Delta \sigma \sigma'0$					
														$\psi/m2$	(m)	(m)			
																	Sc	$\Sigma Sc$	
																	0,037	0,658	

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	$\sqrt{\frac{C_v}{H}}$	H/ $\sqrt{\frac{C_v}{H}}$	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)
1	1	0.0002	0	70.71	0.00050838
2	1	0.0002	0	70.71	
3	1	0.0007	0	37.8	
4	1	0.0007	0	37.8	
5	1	0.0007	0	37.8	
6	1	0.0009	0	33.33	
7	1	0.0009	0	33.33	
8	1	0.0009	0	33.33	

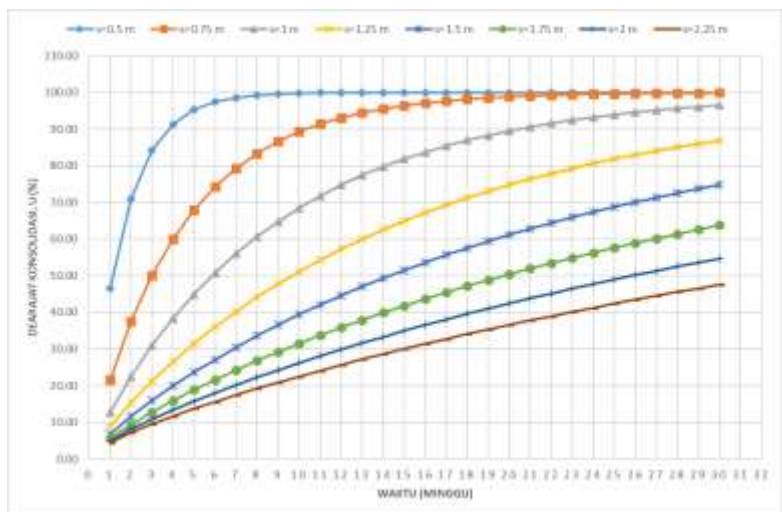
Derajat Konsolidasi U(%)	Hdr (cm)	Cv (cm <sup>2</sup> /detik)	T	t (detik)	t tahun
0	400	0.000508378	0	0	0
5			0.002	617964.192	0.020
10			0.008	2471856.770	0.078
15			0.018	5561677.731	0.176
20			0.031	9887427.078	0.314
25			0.049	15449104.809	0.490
30			0.071	22246710.926	0.705
35			0.096	30280245.427	0.960
40			0.126	39549708.312	1.254
45			0.159	50055099.583	1.587
50			0.196	61796419.238	1.960
55			0.238	74773667.278	2.371
60			0.283	88986843.702	2.822
65			0.340	107128053.759	3.397
70			0.403	126786302.238	4.020
75			0.477	150037075.251	4.758
80			0.567	178493721.587	5.660
85			0.684	215180719.462	6.823
90			0.848	266888138.811	8.463
95			1.129	355282556.035	11.266
100					

Kedalaman (m)	Sc akibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.407	13.58
1	0.182	0.295	9.83
2	0.325	0.206	6.87
3	0.407	0.156	5.18
4	0.475	0.114	3.79
5	0.533	0.078	2.59
6	0.580	0.048	1.61
7	0.622	0.023	0.76
8	0.658	0.000	0.00

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	vCv	H/vCv	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.000200	0.014142	70.71068	0.00043359	13673.81977
2	1	0.000200	0.014142	70.71068		
3	1	0.000700	0.026458	37.79645		
4	1	0.000700	0.026458	37.79645		
5	1	0.000700	0.026458	37.79645		
6	1	0.000900	0.03	33.33333		



Pola segitiga



Pola segiempat

$\Sigma \sigma_p'$	Kedalaman			PI	Cu lama	ek tanah asli dengan rumu	Cu tanah asli pakai	Cu baru
						(Ardana & Mochtar)	(Ardana & Mochtar)	na & Moch
kg/cm2	(m)			%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0.678	0	-	1	40.000	0.108	0.077	0.108	0.159
0.738	1	-	2	40.000	0.108	0.085	0.108	0.166
0.812	2	-	3	40.000	0.239	0.094	0.239	0.176
0.900	3	-	4	40.000	0.239	0.106	0.239	0.187
0.987	4	-	5	40.000	0.239	0.117	0.239	0.198
1.077	5	-	6	40.000	0.410	0.129	0.410	0.209

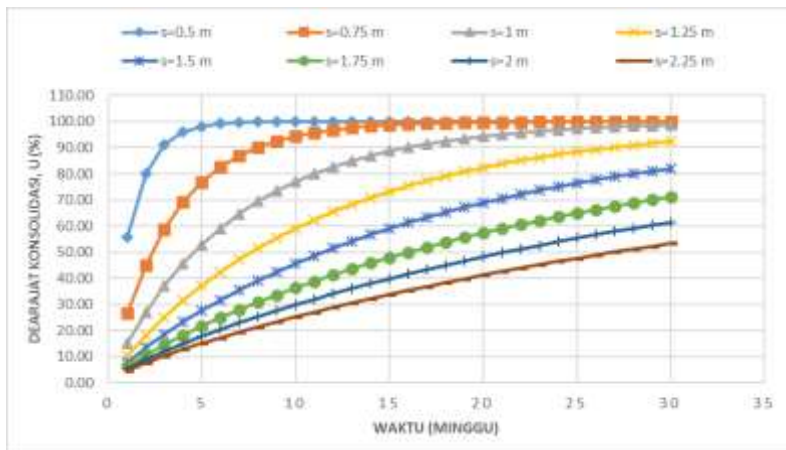
Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudi	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	Δ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1.42	1072.7	757.7	14.7	3.3	5.4	1.25	947.125	-125.575
2	1.58	3690.3	2342.7	15.5	9.5	11.5	1.25	2928.375	-761.925
3	1.77	5750.1	3252	15	6.3	11	1.25	4065	-1685.1
4	1.94	12505	6446.2	14.8	13.6	18.2	1.25	8057.75	-4447.25
5	1.58	3734.5	2367.4	14.5	9.5	11.5	1.25	2959.25	-775.25



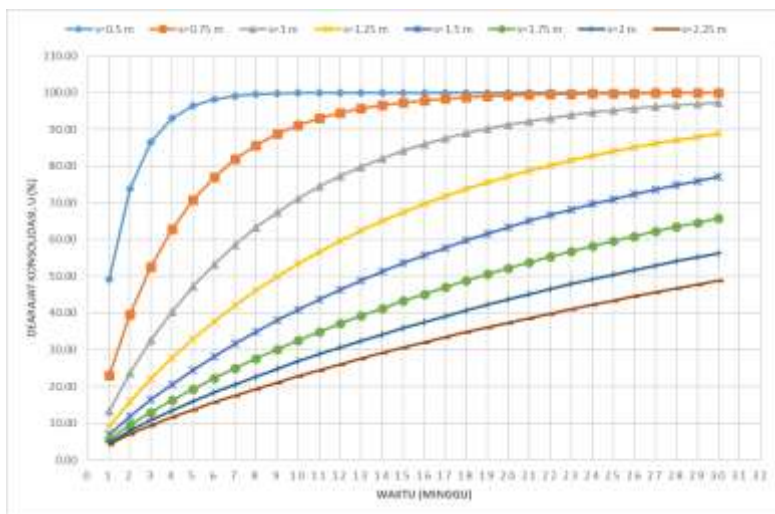


Kedalaman (m)	Sc akibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.506	16.85
1	0.216	0.372	12.39
2	0.392	0.263	8.77
3	0.493	0.201	6.69
4	0.579	0.148	4.92
5	0.653	0.102	3.38
6	0.714	0.064	2.12
7	0.769	0.030	1.00
8	0.817	0.000	0.00

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	√Cv	H/√Cv	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.000200	0.014142	70.71068	0.00047413	14952.08949
2	1	0.000200	0.014142	70.71068		
3	1	0.000700	0.026458	37.79645		
4	1	0.000700	0.026458	37.79645		
5	1	0.000700	0.026458	37.79645		
6	1	0.000900	0.03	33.33333		
7	1	0.000900	0.03	33.33333		



Pola segitiga



Pola segiempat

$\Sigma \sigma_p'$	Kedalaman			PI	Cu lama	ek tanah asli dengan rumus (Ardana & Mochtar)	Cu tanah asli pakai (Ardana & Mochtar)	Cu baru (Ardana & Mochtar)
kg/cm2	(m)			%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0.894	0	-	1	40.000	0.108	0.077	0.108	0.186
0.954	1	-	2	40.000	0.108	0.085	0.108	0.193
1.028	2	-	3	40.000	0.239	0.094	0.239	0.203
1.115	3	-	4	40.000	0.239	0.106	0.239	0.214
1.202	4	-	5	40.000	0.239	0.117	0.239	0.225
1.291	5	-	6	40.000	0.410	0.129	0.410	0.236
1.384	6	-	7	40.000	0.410	0.141	0.410	0.247

Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudi	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	$\Delta$ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1.57	2647.9	1688.2	16.8	6.5	8.6	1.25	2110.25	-537.65
2	1.75	5063.8	2892.6	16.1	7.1	10.6	1.25	3615.75	-1448.05
3	1.77	7725.6	4371.8	15.9	7.8	12.7	1.25	5464.75	-2260.85
4	1.98	15009	7570.8	16.4	15.5	20	1.25	9463.5	-5545.5
5	1.66	2280.4	1375.9	17.8	6.3	8.2	1.25	1719.875	-560.525

Zona 1 h rencana = 5m, h initial = 5,9m

alat timbuan																			
kedalaman	Tebal		z	e	Cc	Cs	d1		d2		Mr	2Mr	γsat	γ <sup>+</sup> H	γ <sup>+</sup> H <sub>lim</sub>	σ <sub>D</sub>	σ <sub>C</sub>	OCR	N <sub>C</sub> (OCR <sub>soil</sub> )
	lapisan	z					α1	α2	γ <sub>m2</sub>	γ <sub>m3</sub>									
(m)	(m)	(m)					*	*	*	*	γ <sub>m2</sub>	γ <sub>m3</sub>	γ <sub>m3</sub>	γ <sub>m2</sub>	γ <sub>m2</sub>	γ <sub>m2</sub>	γ <sub>m2</sub>		
0	-	1	1	0.5	2.380	0.970	0.180	1.168	87.694	5.310	10.620	1.600	0.600	0.600	0.600	0.300	2.300	7.66667	0C50II
1	-	2	1	1.5	2.380	0.970	0.180	3.475	82.993	5.308	10.617	1.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.900	3.22222	0C50II
2	-	3	1	2.5	1.250	0.430	0.100	5.702	78.326	5.303	10.605	1.900	0.900	0.900	2.100	1.650	3.650	2.21212	0C50II
3	-	4	1	3.5	1.250	0.430	0.100	7.801	73.867	5.290	10.581	1.900	0.900	0.900	3.000	2.550	4.550	1.78654	0C50II
4	-	5	1	4.5	1.250	0.430	0.100	9.737	69.600	5.270	10.560	1.900	0.900	0.900	3.900	3.450	5.450	1.57971	0C50II
5	-	6	1	5.5	0.930	0.340	0.090	11.484	65.555	5.240	10.480	2.000	1.000	1.000	4.900	4.400	6.400	1.45645	0C50II
6	-	7	1	6.5	0.930	0.340	0.090	13.030	61.755	5.201	10.401	2.000	1.000	1.000	5.900	5.400	7.400	1.37037	0C50II
7	-	8	1	7.5	0.930	0.340	0.090	14.370	58.208	5.151	10.330	2.000	1.000	1.000	6.900	6.400	8.400	1.3125	0C50II

Kedalaman (m)	Scakibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.580	19.32
1	0.241	0.430	14.35
2	0.440	0.307	10.24
3	0.556	0.236	7.85
4	0.655	0.174	5.81
5	0.742	0.120	4.01
6	0.814	0.076	2.53
7	0.879	0.036	1.20
8	0.937	0.000	0.00

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	vCv	H/vCv	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.000200	0.014142	70.71068	0.00047413	14952.08949
2	1	0.000200	0.014142	70.71068		
3	1	0.000700	0.026458	37.79645		
4	1	0.000700	0.026458	37.79645		
5	1	0.000700	0.026458	37.79645		
6	1	0.000900	0.03	33.33333		
7	1	0.000900	0.03	33.33333		

$\Sigma \sigma_p'$	Kedalaman			PI	Cu lama	ek tanah asli dengan rumus	Cu tanah asli pakai	Cu baru
						(Ardana & Mochtar)	(Ardana & Mochtar)	ana & Moch
kg/cm <sup>2</sup>	(m)			%	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1.092	0	-	1	40.000	0.108	0.077	0.108	0.211
1.152	1	-	2	40.000	0.108	0.085	0.108	0.218
1.226	2	-	3	40.000	0.239	0.094	0.239	0.228
1.313	3	-	4	40.000	0.239	0.106	0.239	0.238
1.399	4	-	5	40.000	0.239	0.117	0.239	0.249
1.488	5	-	6	40.000	0.410	0.129	0.410	0.260
1.580	6	-	7	40.000	0.410	0.141	0.410	0.272

Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudi	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	$\Delta$ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1.42	4278.2	3021.1	17.5	5.4	8.9	1.25	3776.375	-501.825
2	1.35	6158.2	4564	17.2	5.5	10.4	1.25	5705	-453.2
3	1.35	10267	7636.1	17.3	9.2	14.1	1.25	9545.125	-721.875
4	1.55	20056	12978	17.9	17.4	21.8	1.25	16222.5	-3833.5
5	1.33	5859.9	4400.8	1.4	5.5	10.2	1.25	5501	-358.9

Perhitungan Zona 2

$q=1,8\text{ t/m}^2$

Akhir Perhitungan																			
Kedalaman H	Tebal lapis (m)	z	e	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	αL		αZ		Δσ	2Δσ		γ <sub>sat</sub>	γ	γ <sup>*H</sup>	γ <sup>*Hum</sup>	σ <sub>0</sub>	σ <sub>c</sub>	OCR N/0,5m <sup>2</sup>
						°	°	°	°	°/m <sup>2</sup>	°/m <sup>3</sup>	°/m <sup>3</sup>							
	(m)	(m)	(m)																
0	-	1	0,5	2,380	0,970	0,180	0,335	87,564	0,900	1,800	1,800	1,800	0,600	0,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667
1	-	2	1,5	2,380	0,970	0,180	0,994	82,393	0,899	1,799	1,800	1,800	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	0,560
2	-	3	2,5	2,380	0,970	0,180	1,619	78,369	0,897	1,795	1,800	1,800	0,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,33333	0,560
3	-	4	3,5	2,380	0,970	0,180	2,292	73,867	0,893	1,786	1,800	1,800	0,600	0,600	2,400	2,000	4,100	1,95238	0,560
4	-	5	4,5	2,380	0,970	0,180	2,700	69,600	0,886	1,773	1,900	1,900	0,900	0,900	3,300	2,600	4,850	1,70754	0,560
5	-	6	5,5	2,380	0,970	0,180	3,133	65,556	0,877	1,753	1,900	1,900	0,900	0,900	4,200	3,150	5,150	1,53333	0,560
6	-	7	6,5	2,380	0,970	0,180	3,605	61,756	0,864	1,728	1,850	1,850	0,850	0,850	5,050	4,625	6,625	1,43242	0,560
7	-	8	7,5	2,380	0,970	0,180	3,783	58,208	0,849	1,698	1,850	1,850	0,850	0,850	5,900	5,475	7,475	1,36527	0,560
8	-	9	8,5	2,380	0,970	0,180	4,004	54,933	0,831	1,663	1,850	1,850	0,850	0,850	6,750	6,325	8,325	1,31606	0,560
9	-	10	9,5	2,380	0,970	0,180	4,166	51,864	0,812	1,625	1,850	1,850	0,850	0,850	7,600	7,175	9,175	1,27876	0,560
10	-	11	10,5	2,380	0,970	0,180	4,276	49,150	0,792	1,584	1,850	1,850	0,850	0,850	8,450	8,025	10,025	1,24921	0,560
11	-	12	11,5	2,380	0,970	0,180	4,343	46,656	0,771	1,541	1,900	1,900	0,900	0,900	9,350	8,900	10,900	1,22479	0,560
12	-	13	12,5	2,380	0,970	0,180	4,374	44,408	0,749	1,498	1,900	1,900	0,900	0,900	10,250	9,800	11,800	1,20402	0,560
13	-	14	13,5	2,380	0,970	0,180	4,376	42,354	0,727	1,454	1,900	1,900	0,900	0,900	11,150	10,700	12,700	1,18666	0,560
14	-	15	14,5	2,380	0,970	0,180	4,351	39,484	0,705	1,411	1,900	1,900	0,900	0,900	12,050	11,600	13,600	1,17074	0,560
15	-	16	15,5	2,380	0,970	0,180	4,315	37,197	0,684	1,368	20,000	20,000	19,000	19,000	13,050	12,550	14,050	1,15692	0,560
16	-	17	16,5	2,380	0,970	0,180	4,262	36,524	0,663	1,326	20,000	20,000	19,000	19,000	13,050	12,550	14,050	1,14350	0,560
17	-	18	17,5	2,380	0,970	0,180	4,198	34,661	0,643	1,285	20,000	20,000	19,000	19,000	13,050	12,550	14,050	1,13035	0,560
18	-	19	18,5	2,380	0,970	0,180	4,126	33,387	0,623	1,246	20,000	20,000	19,000	19,000	13,050	12,550	14,050	1,11754	0,560

$$q=3,6\text{t/m}^2$$

alat timbunan																						
kedalaman H		Tebal	z	e		Cc	Gs	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\Delta\sigma$	$2\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\gamma'^*_{H_1}$	$\gamma'^*_{H_{kum}}$	$\sigma'0$	$\sigma'_c$	OCR	$MO_{OC_{soil}}$	$\Delta\sigma < \sigma'0$	$S_c$	$2 S_c$
(m)	lapisan	(m)	(m)					*	*	$\gamma/m^2$	$\gamma/m^3$	$\gamma/m^3$	$\gamma/m^3$	$\gamma'/m^2$	$\gamma'/m^2$	$\gamma'/m^2$	$\gamma'/m^2$			$\gamma/m^2$	(m)	(m)
0	-	1	0,5	2,30	0,970	0,80	0,587	87,54	1,800	3,000	1,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,300	2,200	7,66667	0,591	3,900	0,113	0,113
1	-	2	1,5	2,30	0,970	0,80	1,144	82,53	1,799	3,598	1,600	0,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	0,591	4,498	0,082	0,195
2	-	3	2,5	2,30	0,970	0,80	2,847	78,36	1,796	3,591	1,600	0,600	0,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,33333	0,591	5,091	0,066	0,261
3	-	4	3,5	2,30	0,970	0,80	3,688	73,67	1,789	3,577	1,600	0,600	0,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,95238	0,591	5,677	0,056	0,317
4	-	5	4,5	1,20	0,400	0,100	4,794	69,00	1,777	3,554	1,900	0,900	0,900	0,900	3,300	2,850	4,850	1,70154	0,591	6,404	0,033	0,350
5	-	6	5,5	1,20	0,400	0,100	5,583	65,55	1,761	3,521	1,900	0,900	0,900	0,900	4,200	3,750	5,750	1,33333	0,591	7,271	0,028	0,378
6	-	7	6,5	1,30	0,450	0,100	6,259	61,76	1,739	3,478	1,850	0,850	0,850	0,850	5,050	4,625	6,625	1,42432	0,591	8,183	0,024	0,402
7	-	8	7,5	1,30	0,450	0,100	6,804	58,08	1,713	3,455	1,850	0,850	0,850	0,850	5,900	5,475	7,475	1,36537	0,591	8,900	0,021	0,423
8	-	9	8,5	1,30	0,450	0,100	7,255	54,913	1,682	3,365	1,850	0,850	0,850	0,850	6,750	6,325	8,325	1,31606	0,591	9,690	0,018	0,441
9	-	10	9,5	1,30	0,450	0,100	7,593	51,664	1,649	3,297	1,850	0,850	0,850	0,850	7,600	7,175	9,175	1,27846	0,591	10,472	0,016	0,457
10	-	11	10,5	1,30	0,450	0,100	7,839	49,050	1,612	3,274	1,850	0,850	0,850	0,850	8,450	8,025	10,025	1,24921	0,591	11,249	0,014	0,471
11	-	12	11,5	1,250	0,400	0,100	8,066	46,456	1,574	3,147	1,900	0,900	0,900	0,900	9,350	8,900	10,900	1,22479	0,591	12,047	0,012	0,483
12	-	13	12,5	1,250	0,400	0,100	8,166	44,608	1,554	3,068	1,900	0,900	0,900	0,900	10,250	9,800	11,800	1,20482	0,591	12,868	0,011	0,494
13	-	14	13,5	1,250	0,400	0,100	8,150	41,670	1,493	2,987	1,900	0,900	0,900	0,900	11,150	10,700	12,700	1,188916	0,591	13,687	0,010	0,503
14	-	15	14,5	1,250	0,400	0,100	8,149	39,444	1,453	2,906	1,900	0,900	0,900	0,900	12,050	11,600	13,600	1,17244	0,591	14,506	0,008	0,512
15	-	16	15,5	0,900	0,340	0,090	8,111	37,177	1,412	2,825	20,000	19,000	19,000	19,000	31,050	21,550	23,550	1,02687	0,591	24,735	0,004	0,516
16	-	17	16,5	0,900	0,340	0,090	8,048	36,524	1,373	2,745	20,000	19,000	19,000	19,000	50,050	40,550	42,550	1,04922	0,591	42,295	0,002	0,518
17	-	18	17,5	0,900	0,340	0,090	7,953	34,661	1,333	2,667	20,000	19,000	19,000	19,000	69,050	59,550	61,550	1,03385	0,591	62,717	0,001	0,520
18	-	19	18,5	0,900	0,340	0,090	7,845	33,187	1,295	2,591	20,000	19,000	19,000	19,000	88,050	78,550	80,550	1,02546	0,591	81,141	0,001	0,521



$$q=5,4t/m^2$$

aktivitas timbunan																						
Kedalaman H		Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	α1	α2	Δσ	2Δσ	γsat	γ'	γ' <sup>sat</sup> H	γ' <sup>sat</sup> H <sub>lim</sub>	σ'0	σ'c	OCR	MC/C <sub>sol</sub>	Δσ=σ'0	Sc	ΣSc	
(m)		(m)	(m)				*	*	1/m <sup>2</sup>	1/m <sup>3</sup>	1/m <sup>3</sup>	1/m <sup>3</sup>	1/m <sup>2</sup>	1/m <sup>2</sup>	1/m <sup>2</sup>	1/m <sup>2</sup>			1/m <sup>2</sup>	(m)	(m)	
0	-	1	1	0,5	2,380	0,970	0,180	0,794	87,654	2,700	5,400	1,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	0,C <sub>sol</sub>	5,700	0,160	0,160	
1	-	2	1	1,5	2,380	0,970	0,180	2,329	82,933	2,699	5,398	1,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	0,C <sub>sol</sub>	6,298	0,274	0,284
2	-	3	1	2,5	2,380	0,970	0,180	3,800	78,326	2,695	5,389	1,600	0,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,33333	0,C <sub>sol</sub>	6,689	0,304	0,388
3	-	4	1	3,5	2,380	0,970	0,180	5,089	73,867	2,686	5,371	1,600	0,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,95281	0,C <sub>sol</sub>	7,471	0,390	0,478
4	-	5	1	4,5	1,250	0,480	0,100	6,438	69,600	2,671	5,341	1,900	0,900	0,900	3,300	2,850	4,680	1,70154	0,C <sub>sol</sub>	8,191	0,054	0,532
5	-	6	1	5,5	1,250	0,480	0,100	7,542	65,556	2,649	5,286	1,900	0,900	0,900	4,200	3,750	5,750	1,55333	0,C <sub>sol</sub>	9,048	0,046	0,578
6	-	7	1	6,5	1,300	0,450	0,100	8,490	61,756	2,621	5,422	1,850	0,850	0,850	5,050	4,625	6,625	1,42492	0,C <sub>sol</sub>	9,867	0,041	0,618
7	-	8	1	7,5	1,300	0,450	0,100	9,285	58,208	2,587	5,173	1,850	0,850	0,850	5,900	5,475	7,475	1,36597	0,C <sub>sol</sub>	10,648	0,036	0,654
8	-	9	1	8,5	1,300	0,450	0,100	9,982	54,913	2,546	5,082	1,850	0,850	0,850	6,750	6,325	8,325	1,31606	0,C <sub>sol</sub>	11,417	0,032	0,686
9	-	10	1	9,5	1,300	0,450	0,100	10,449	51,864	2,501	5,002	1,850	0,850	0,850	7,600	7,175	9,175	1,27846	0,C <sub>sol</sub>	12,177	0,029	0,715
10	-	11	1	10,5	1,300	0,450	0,100	10,832	49,050	2,452	4,904	1,850	0,850	0,850	8,450	8,025	10,025	1,24921	0,C <sub>sol</sub>	12,929	0,026	0,741
11	-	12	1	11,5	1,250	0,480	0,100	11,113	46,456	2,399	4,799	1,900	0,900	0,900	9,350	8,900	10,900	1,22479	0,C <sub>sol</sub>	13,669	0,023	0,764
12	-	13	1	12,5	1,250	0,480	0,100	11,302	44,688	2,345	4,680	1,900	0,900	0,900	10,250	9,800	11,800	1,20082	0,C <sub>sol</sub>	14,480	0,021	0,784
13	-	14	1	13,5	1,250	0,480	0,100	11,413	42,870	2,289	4,578	1,900	0,900	0,900	11,150	10,700	12,700	1,18816	0,C <sub>sol</sub>	15,278	0,019	0,803
14	-	15	1	14,5	1,250	0,480	0,100	11,457	39,944	2,232	4,464	1,900	0,900	0,900	12,050	11,600	13,600	1,17214	0,C <sub>sol</sub>	16,064	0,017	0,820
15	-	16	1	15,5	0,930	0,240	0,090	11,448	37,977	2,175	4,351	20,000	19,000	19,000	31,050	27,150	23,550	1,09280	0,C <sub>sol</sub>	25,901	0,009	0,929
16	-	17	1	16,5	0,930	0,240	0,090	11,394	36,254	2,119	4,238	20,000	19,000	19,000	40,550	42,550	1,04932	0,C <sub>sol</sub>	44,788	0,005	0,934	
17	-	18	1	17,5	0,930	0,240	0,090	11,314	34,461	2,061	4,126	20,000	19,000	19,000	69,050	59,550	61,550	1,03355	0,C <sub>sol</sub>	61,676	0,003	0,937
18	-	19	1	18,5	0,930	0,240	0,090	11,187	33,187	2,008	4,016	20,000	19,000	19,000	88,050	78,550	80,550	1,02541	0,C <sub>sol</sub>	82,566	0,002	0,940

$$q=7,2t/m2$$

skala timbuan																						
Kedalaman H		Tebal lapisan	z	e	Cc	Gs	α1	α2	Δσ	2Δσ	γ sat	γ	γ <sup>1/3</sup> H	γ <sup>1/3</sup> H <sub>lim</sub>	σ'0	σ'c	OCR	N(OCR <sub>50</sub> )	Δσ=σ'0	Σ <sub>c</sub>	Σ <sub>c</sub>	
(m)	(m)	(m)					*	*	γ/m2	γ/m3	γ/m3	γ/m3	γ/m2	γ/m2	γ/m2	γ/m2			γ/m2	(m)	(m)	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	-	1	1	0,5	2,380	0,970	0,180	0,941	87,694	3,600	7,200	1,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	0,561	7,500	0,194	0,194	
1	-	2	1	1,5	2,380	0,970	0,180	2,799	82,953	3,999	7,997	1,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	0,561	8,097	0,155	0,349
2	-	3	1	2,5	2,380	0,970	0,180	4,594	78,326	3,594	7,287	1,600	0,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,33333	0,561	8,687	0,133	0,462
3	-	4	1	3,5	2,380	0,970	0,180	6,255	73,867	3,383	7,167	1,600	0,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,95261	0,561	9,267	0,117	0,599
4	-	5	1	4,5	1,250	0,430	0,100	7,781	69,600	3,566	7,132	1,900	0,900	0,900	3,300	2,850	4,850	1,70754	0,561	9,982	0,070	0,670
5	-	6	1	5,5	1,250	0,430	0,100	9,141	65,556	3,541	7,082	1,900	0,900	0,900	4,200	3,750	5,750	1,53333	0,561	10,882	0,061	0,730
6	-	7	1	6,5	1,300	0,450	0,100	10,324	61,756	3,598	7,065	1,850	0,850	0,850	5,050	4,625	6,625	1,42422	0,561	11,641	0,055	0,785
7	-	8	1	7,5	1,300	0,450	0,100	11,330	58,208	3,467	6,994	1,850	0,850	0,850	5,900	5,475	7,475	1,36297	0,561	12,409	0,049	0,884
8	-	9	1	8,5	1,300	0,450	0,100	12,164	54,913	3,449	6,888	1,850	0,850	0,850	6,750	6,325	8,325	1,31626	0,561	13,163	0,044	0,878
9	-	10	1	9,5	1,300	0,450	0,100	12,839	51,884	3,365	6,730	1,850	0,850	0,850	7,600	7,175	9,175	1,27876	0,561	13,905	0,040	0,918
10	-	11	1	10,5	1,300	0,450	0,100	13,368	49,050	3,306	6,611	1,850	0,850	0,850	8,450	8,025	10,025	1,24921	0,561	14,656	0,036	0,955
11	-	12	1	11,5	1,250	0,430	0,100	13,768	46,456	3,242	6,484	1,900	0,900	0,900	9,350	8,900	10,900	1,22479	0,561	15,384	0,033	0,987
12	-	13	1	12,5	1,250	0,430	0,100	14,054	44,068	3,175	6,390	1,900	0,900	0,900	10,250	9,800	11,800	1,20482	0,561	16,150	0,030	1,017
13	-	14	1	13,5	1,250	0,430	0,100	14,243	41,870	3,106	6,212	1,900	0,900	0,900	11,150	10,700	12,700	1,18916	0,561	16,912	0,027	1,044
14	-	15	1	14,5	1,250	0,430	0,100	14,349	39,844	3,036	6,072	1,900	0,900	0,900	12,050	11,600	13,600	1,17244	0,561	17,672	0,025	1,069
15	-	16	1	15,5	0,930	0,340	0,090	14,385	37,977	2,965	5,930	20,000	19,000	19,000	31,050	21,550	23,550	1,09287	0,561	27,480	0,014	1,082
16	-	17	1	16,5	0,930	0,340	0,090	14,364	36,254	2,884	5,787	20,000	19,000	19,000	50,050	40,550	42,550	1,04922	0,561	46,537	0,007	1,090
17	-	18	1	17,5	0,930	0,340	0,090	14,295	34,661	2,823	5,646	20,000	19,000	19,000	69,050	59,550	61,550	1,03335	0,561	65,396	0,005	1,085
18	-	19	1	18,5	0,930	0,340	0,090	14,187	33,187	2,753	5,506	20,000	19,000	19,000	88,050	78,550	80,550	1,02546	0,561	84,056	0,004	1,089

$$q=9t/m2$$

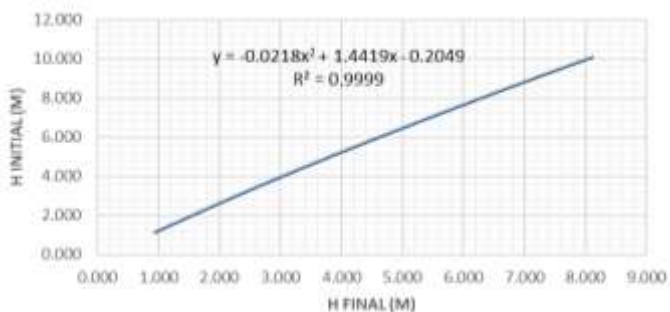
abjad tumbuhan																				
kedalaman H	Tebal lapisan (m)	z (m)	e	Cc	Cs	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta_0$	$2\beta_0$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\gamma'^H$	$\gamma'^{H_{kum}}$	$e^0$	$e^c$	OCR	MC/OC soil	$\beta_{e^0=0}$	Sk	$\Sigma Sk$
	(m)					*	*	$\gamma/m2$	$\gamma/m3$	$\gamma/m3$	$\gamma'$	$\gamma'^H$	$\gamma'^{H_{kum}}$	$\gamma/m2$	$\gamma/m2$			$\gamma/m2$	(m)	(m)
0	-	1	0,5	2,380	0,970	0,180	1,070	87,624	4,520	9,000	1,600	0,600	0,600	0,300	2,200	7,66667	0,05m	9,300	0,221	0,221
1	-	2	1	2,380	0,970	0,180	3,184	82,933	4,498	8,997	1,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,322222	0,05m	9,897	0,180	0,401
2	-	3	1	2,380	0,970	0,180	5,220	78,326	4,493	8,986	1,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,333333	0,05m	10,486	0,156	0,558
3	-	4	1	2,380	0,970	0,180	7,194	73,867	4,482	8,963	1,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,952881	0,05m	11,063	0,139	0,697
4	-	5	1	2,380	0,930	0,100	8,891	69,800	4,462	8,925	1,900	0,900	3,300	2,800	4,800	1,700754	0,05m	11,775	0,084	0,781
5	-	6	1	2,380	0,930	0,100	10,469	65,556	4,435	8,889	1,900	0,900	4,200	3,700	5,700	1,533333	0,05m	12,619	0,073	0,854
6	-	7	1	2,380	0,930	0,100	11,855	61,756	4,398	8,795	1,800	0,800	5,000	4,605	6,605	1,402492	0,05m	13,420	0,067	0,921
7	-	8	1	2,380	0,930	0,100	13,047	58,208	4,352	8,704	1,800	0,800	5,800	5,475	7,475	1,36297	0,05m	14,179	0,060	0,981
8	-	9	1	2,380	0,930	0,100	14,050	54,913	4,298	8,596	1,800	0,800	6,700	6,325	8,325	1,316206	0,05m	14,921	0,055	1,036
9	-	10	1	2,380	0,930	0,100	14,875	51,864	4,237	8,474	1,800	0,800	7,600	7,175	9,175	1,278746	0,05m	15,649	0,050	1,086
10	-	11	1	2,380	0,930	0,100	15,537	49,050	4,169	8,339	1,800	0,800	8,400	8,005	10,005	1,249921	0,05m	16,364	0,046	1,132
11	-	12	1	2,380	0,930	0,100	16,053	46,466	4,097	8,193	1,900	0,900	9,300	8,900	10,900	1,224719	0,05m	17,093	0,041	1,173
12	-	13	1	2,380	0,930	0,100	16,439	44,068	4,020	8,040	1,900	0,900	10,250	9,800	11,800	1,204082	0,05m	17,840	0,038	1,211
13	-	14	1	2,380	0,930	0,100	16,711	41,870	3,940	7,880	1,900	0,900	11,150	10,700	12,700	1,186936	0,05m	18,500	0,035	1,246
14	-	15	1	2,380	0,930	0,100	16,886	39,844	3,858	7,716	1,900	0,900	12,050	11,600	13,600	1,171244	0,05m	19,136	0,032	1,278
15	-	16	1	2,380	0,930	0,100	16,979	37,977	3,775	7,550	2,000	19,000	31,050	21,550	23,550	1,108287	0,05m	27,000	0,008	1,286
16	-	17	1	2,380	0,930	0,100	17,001	36,254	3,691	7,383	20,000	19,000	50,050	40,550	42,550	1,108287	0,05m	47,933	0,003	1,386
17	-	18	1	2,380	0,930	0,100	16,965	34,661	3,608	7,215	20,000	19,000	69,050	59,550	61,550	1,108385	0,05m	66,765	0,007	1,313
18	-	19	1	2,380	0,930	0,100	16,880	33,187	3,525	7,049	20,000	19,000	88,050	78,550	80,550	1,102461	0,05m	85,999	0,005	1,318

$$q=10,8t/m^2$$

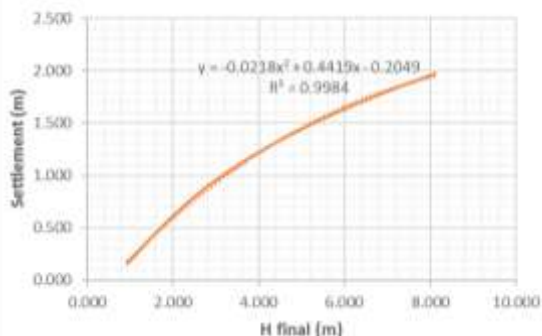
akibat tumpuan																							
kedalaman H	Tebal lapis	z	e	Cc	Cs	α1		α2		Δσ	2Δσ	γsat	γ	γ*H	γ*H <sub>lim</sub>	σ'0	σc	OCR	MOC <sub>500</sub>	Δσ<σ'0	Σc	ΣΣc	
						*	*	γ/m2	γ/m3														γ/m3
(m)	(m)	(m)																			(m)	(m)	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	-	1	1	0,5	2,380	0,970	0,180	1,178	87,694	5,400	10,800	1,600	0,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	0,0501	11,100	0,243	0,243	
1	-	2	1	1,5	2,380	0,970	0,180	3,505	82,933	5,398	10,797	1,600	0,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	0,0501	11,697	0,201	0,444
2	-	3	1	2,5	2,380	0,970	0,180	5,751	78,326	5,393	10,785	1,600	0,600	0,600	0,600	1,800	1,500	3,300	2,33333	0,0501	12,285	0,176	0,620
3	-	4	1	3,5	2,380	0,970	0,180	7,870	73,867	5,380	10,761	1,600	0,600	0,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,95281	0,0501	12,861	0,158	0,778
4	-	5	1	4,5	1,230	0,430	0,100	9,824	69,600	5,360	10,719	1,900	0,900	0,900	0,900	3,300	2,850	4,850	1,70754	0,0501	13,599	0,095	0,874
5	-	6	1	5,5	1,230	0,430	0,100	11,588	65,556	5,330	10,669	1,900	0,900	0,900	0,900	4,200	3,750	5,750	1,53333	0,0501	14,410	0,085	0,958
6	-	7	1	6,5	1,300	0,450	0,100	13,150	61,756	5,290	10,580	1,850	0,850	0,850	0,850	5,050	4,625	6,625	1,42822	0,0501	15,265	0,077	1,036
7	-	8	1	7,5	1,300	0,450	0,100	14,506	58,208	5,240	10,481	1,850	0,850	0,850	0,850	5,900	5,475	7,475	1,36297	0,0501	15,956	0,070	1,106
8	-	9	1	8,5	1,300	0,450	0,100	15,660	54,913	5,182	10,364	1,850	0,850	0,850	0,850	6,750	6,325	8,325	1,31626	0,0501	16,689	0,064	1,170
9	-	10	1	9,5	1,300	0,450	0,100	16,622	51,864	5,115	10,230	1,850	0,850	0,850	0,850	7,600	7,175	9,175	1,27846	0,0501	17,465	0,059	1,229
10	-	11	1	10,5	1,300	0,450	0,100	17,498	49,050	5,041	10,081	1,850	0,850	0,850	0,850	8,450	8,025	10,025	1,24821	0,0501	18,106	0,054	1,284
11	-	12	1	11,5	1,250	0,430	0,100	18,094	46,456	4,960	9,921	1,900	0,900	0,900	0,900	9,350	8,900	10,900	1,22879	0,0501	18,821	0,049	1,333
12	-	13	1	12,5	1,250	0,430	0,100	18,577	44,068	4,875	9,751	1,900	0,900	0,900	0,900	10,250	9,800	11,800	1,20882	0,0501	19,551	0,045	1,379
13	-	14	1	13,5	1,250	0,430	0,100	18,874	41,870	4,787	9,573	1,900	0,900	0,900	0,900	11,150	10,700	12,700	1,18916	0,0501	20,273	0,042	1,421
14	-	15	1	14,5	1,250	0,430	0,100	19,122	39,844	4,695	9,390	1,900	0,900	0,900	0,900	12,050	11,600	13,600	1,17244	0,0501	20,990	0,039	1,460
15	-	16	1	15,5	0,930	0,340	0,050	19,276	37,977	4,601	9,203	2,000	19,000	19,000	31,050	21,550	23,550	1,09287	0,0501	30,753	0,022	1,482	
16	-	17	1	16,5	0,930	0,340	0,050	19,349	36,254	4,507	9,014	2,000	19,000	19,000	50,050	40,550	42,550	1,04822	0,0501	49,544	0,013	1,495	
17	-	18	1	17,5	0,930	0,340	0,050	19,354	34,661	4,412	8,824	2,000	19,000	19,000	69,050	59,550	61,550	1,03855	0,0501	68,374	0,009	1,503	
18	-	19	1	18,5	0,930	0,340	0,050	19,302	33,187	4,317	8,634	2,000	19,000	19,000	88,050	78,550	80,550	1,02861	0,0501	87,184	0,007	1,510	

q timb	Sc akibat q timb	H initial	H final
t/m <sup>2</sup>	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	$(A+B*\gamma_w)/\gamma_t$	$(A-B*\gamma')/\gamma_t$
A	B	C	G
1.8	0.155	1.086	0.931
3.6	0.521	2.289	1.768
5.4	0.840	3.466	2.627
7.2	1.099	4.610	3.512
9	1.318	5.732	4.414
10.8	1.510	6.839	5.329
12.6	1.680	7.934	6.253
14.4	1.834	9.019	7.185
16.2	1.974	10.097	8.123

H final vs H initial



H final vs Sc





Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	$\frac{v}{C} \frac{v}{v}$	H/vC v	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)
1	1	0.00005	0	141.4	0.00021165
2	1	0.00005	0	141.4	
3	1	0.00005	0	141.4	
4	1	0.00005	0	141.4	
5	1	0.00030	0	57.74	
6	1	0.00030	0	57.74	
7	1	0.00055	0	42.64	
8	1	0.00055	0	42.64	
9	1	0.00030	0	57.74	
10	1	0.00030	0	57.74	
11	1	0.00030	0	57.74	
12	1	0.00030	0	57.74	
13	1	0.00030	0	57.74	
14	1	0.00030	0	57.74	
15	1	0.00067	0	38.63	
16	1	0.00067	0	38.63	
17	1	0.00067	0	38.63	
18	1	0.00067	0	38.63	
19	1	0.00067	0	38.63	
Derajat Konsolidasi U(%)	Hdr (cm)	Cv (cm <sup>2</sup> /detik)	T	t (detik)	t tahun
0	1900	0.000211647	0	0	0
5			0.002	33490739.947	1.062
10			0.008	133962959.790	4.248
15			0.018	301416659.527	9.558
20			0.031	535851839.159	16.992
25			0.049	837268498.686	26.550
30			0.071	1205666638.108	38.231
35			0.096	1641046257.425	52.037
40			0.126	2143407356.637	67.967
45			0.159	2712749935.744	86.021
50			0.196	3349073994.745	106.198
55			0.238	4052379533.642	128.500
60			0.283	4822666552.433	152.926
65			0.340	5805834437.914	184.102
70			0.403	6871218639.387	217.885
75			0.477	8131300699.445	257.842
80			0.567	9673516500.874	306.745
85			0.684	11661778475.330	369.793
90			0.848	14464076336.817	458.653
95			1.129	19254636172.760	610.561
100					

Kedalaman (m)	Scakibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.053	1.75
1	0.129	0.042	1.39
2	0.225	0.034	1.12
3	0.304	0.027	0.90
4	0.371	0.021	0.71
5	0.411	0.018	0.60
6	0.445	0.015	0.50
7	0.474	0.013	0.42
8	0.500	0.011	0.35
9	0.522	0.009	0.29
10	0.542	0.007	0.23
11	0.560	0.005	0.18
12	0.575	0.004	0.14
13	0.589	0.003	0.10
14	0.601	0.002	0.07
15	0.612	0.001	0.03
16	0.618	0.001	0.02
17	0.621	0.000	0.01
18	0.623	0.000	0.00
19	0.625	0.000	0.00

Tidak pakai PVD



Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudi	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	$\Delta$ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1.08	518.9	482	13.6	3.3	5.3	1.25	602.5	83.6
2	1.12	1272	1135.5	13.4	4.1	7.8	1.25	1419.375	147.375
3	1.23	2441	1982.4	13.6	8.8	12.2	1.25	2478	37
4	1.54	4332.9	2807	14.7	10.2	14.5	1.25	3508.75	-824.15
5	1.09	830.2	758.8	13.7	3.6	6.5	1.25	948.5	118.3

SF no1

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	3.3	1	57.2	57.2	576.10	1.195	1
0.30	3	1	52	109.2	628.10	1.303	2

SF no 2

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	4.1	1	71.06667	71.06667	1343.07	1.183	1
0.30	3.8	1	65.86667	136.9333	1408.93	1.241	2

SF no 3

Tidak pakai

SF no 4

Tidak pakai

SF no 5

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	3.6	1	62.4	62.4	892.60	1.176	1
0.30	3.3	1	57.2	119.6	949.80	1.252	2



Kedalaman (m)	Scakibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.061	2.02
1	0.143	0.049	1.62
2	0.252	0.039	1.31
3	0.342	0.032	1.06
4	0.420	0.025	0.84
5	0.466	0.021	0.71
6	0.505	0.018	0.60
7	0.539	0.015	0.51
8	0.570	0.013	0.42
9	0.596	0.010	0.35
10	0.620	0.008	0.28
11	0.641	0.007	0.22
12	0.660	0.005	0.17
13	0.677	0.004	0.12
14	0.692	0.002	0.08
15	0.706	0.001	0.04
16	0.713	0.001	0.02
17	0.717	0.000	0.01
18	0.719	0.000	0.01
19	0.721	0.000	0.00

Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudi	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	Δ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1	360.7	361.7	13.5	2.2	4.2	1.25	452.125	91.425
2	1.01	1005	994.4	14.3	4.1	7.1	1.25	1243	238
3	1.12	2283.5	2041.4	14.2	8.9	11.8	1.25	2551.75	268.25
4	1.24	3902	3155	14.9	10.5	14.6	1.25	3943.75	41.75
5	1	853.3	854.2	13.8	4	6.6	1.25	1067.75	214.45

SF no 1

H	Ti	Jumlah	ΔMR	ΔMR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	2.2	1	38.13333	38.13333	398.83	1.103	1
0.30	1.9	1	32.93333	71.06667	431.77	1.194	2
0.60	1.6	1	27.73333	98.8	459.50	1.270	3

## SF no 2

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	4.1	1	71.06667	71.06667	1076.07	1.082	1
0.30	3.8	1	65.86667	136.9333	1141.93	1.148	2
0.60	3.5	1	60.66667	197.6	1202.60	1.209	3
0.90	3.2	1	55.46667	253.0667	1258.07	1.265	4

## SF no 3

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	8.9	1	154.2667	154.2667	2437.77	1.194	1
0.30	8.6	1	149.0667	303.3333	2586.83	1.267	2

## SF no 4

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	10.5	1	182	182	4084.00	1.294	1
0.30	10.2	1	176.8	358.8	4260.80	1.350	2

## SF no 5

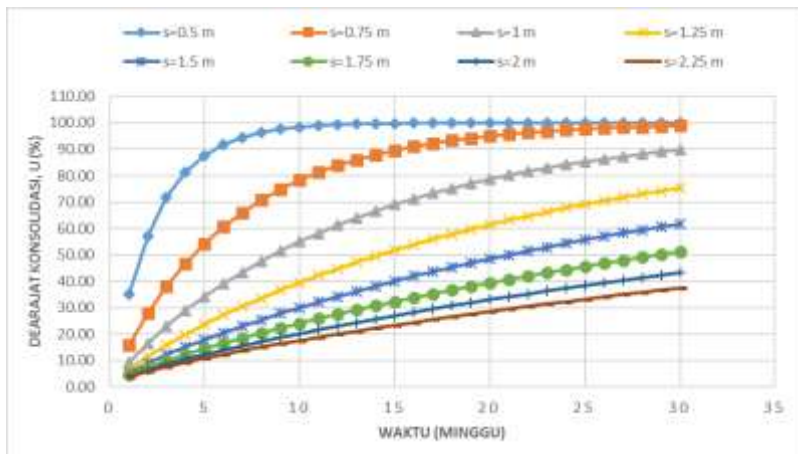
H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	4	1	69.33333	69.33333	922.63	1.080	1
0.30	3.7	1	64.13333	133.4667	986.77	1.155	2
0.60	3.4	1	58.93333	192.4	1045.70	1.224	3
0.90	3.1	1	53.73333	246.1333	1099.43	1.287	4

Zona 2 h rencana = 3m , h initial = 3,9m

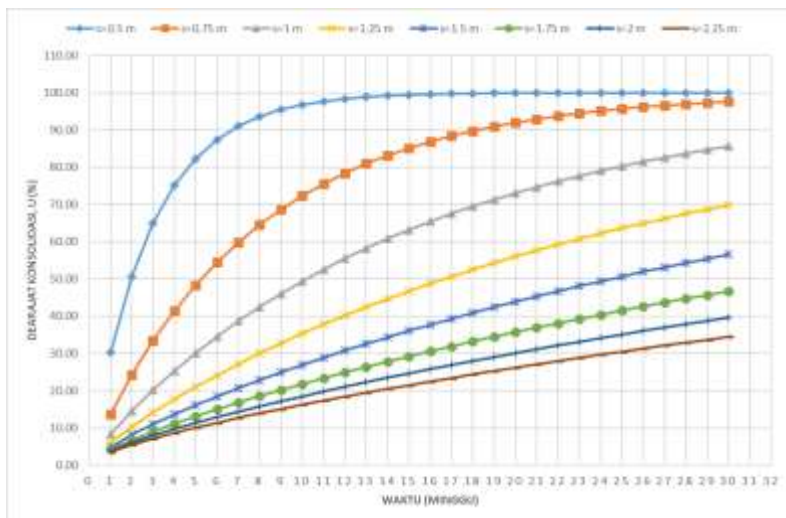
aktivitas timbunan																							
Kedalaman H	Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	$\alpha 1$		$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma sat$	$\gamma'$	$\gamma' + u$	$\gamma' + u_{lim}$	$\sigma' 0$	$\sigma' c$	OCR	MC(C <sub>50</sub> )	$\Delta \sigma + \sigma' 0$	$\xi c$	$\xi sc$			
						*	*														$\gamma/m2$	$\gamma/m3$	$\gamma/m3$
0	-	1	05	2.380	0.970	0.180	0.927	87.624	3.510	70.020	1.600	0.600	0.600	0.600	0.300	2.200	7.66667	0.501	7.200	0.191	0.191		
1	-	2	15	2.380	0.970	0.180	2.756	82.933	3.509	70.017	1.600	0.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.290	3.22222	0.501	7.917	0.152	0.344	
2	-	3	25	2.380	0.970	0.180	4.513	78.266	3.504	70.008	1.600	0.600	0.600	0.600	1.800	1.500	3.500	2.33333	0.501	8.508	0.130	0.474	
3	-	4	35	2.380	0.970	0.180	6.158	73.667	3.494	69.997	1.600	0.600	0.600	0.600	2.400	2.100	4.100	1.92381	0.501	9.087	0.115	0.599	
4	-	5	45	1.250	0.430	0.100	7.668	69.600	3.476	69.953	1.900	0.900	0.900	0.900	3.300	2.850	4.650	1.70754	0.501	9.883	0.069	0.657	
5	-	6	55	1.250	0.430	0.100	8.994	65.556	3.452	69.903	1.900	0.900	0.900	0.900	4.200	3.750	5.750	1.53333	0.501	10.653	0.059	0.777	
6	-	7	65	1.300	0.450	0.100	10.555	61.756	3.419	68.838	1.850	0.850	0.850	0.850	5.050	4.625	6.625	1.42432	0.501	11.463	0.053	0.770	
7	-	8	75	1.300	0.450	0.100	11.141	58.208	3.379	67.577	1.850	0.850	0.850	0.850	5.900	5.475	7.475	1.36527	0.501	12.232	0.048	0.818	
8	-	9	85	1.300	0.450	0.100	11.588	54.913	3.331	66.683	1.850	0.850	0.850	0.850	6.750	6.325	8.325	1.31606	0.501	12.988	0.043	0.861	
9	-	10	95	1.300	0.450	0.100	12.617	51.864	3.278	65.556	1.850	0.850	0.850	0.850	7.600	7.175	9.175	1.27846	0.501	13.731	0.039	0.900	
10	-	11	105	1.300	0.450	0.100	13.133	49.050	3.220	64.439	1.850	0.850	0.850	0.850	8.450	8.025	10.025	1.24921	0.501	14.464	0.035	0.935	
11	-	12	115	1.250	0.430	0.100	13.520	46.456	3.157	63.14	1.900	0.900	0.900	0.900	9.350	8.900	10.900	1.22479	0.501	15.214	0.032	0.967	
12	-	13	125	1.250	0.430	0.100	13.797	44.088	3.081	61.83	1.900	0.900	0.900	0.900	10.250	9.800	11.800	1.20482	0.501	15.983	0.029	0.995	
13	-	14	135	1.250	0.430	0.100	13.978	41.870	3.024	60.67	1.900	0.900	0.900	0.900	11.150	10.700	12.700	1.18816	0.501	16.747	0.026	1.022	
14	-	15	145	1.250	0.430	0.100	14.077	39.844	2.955	59.69	1.900	0.900	0.900	0.900	12.050	11.600	13.600	1.17214	0.501	17.509	0.024	1.046	
15	-	16	155	0.930	0.340	0.090	14.088	37.977	2.885	57.70	2.000	1.000	1.000	1.000	31.050	21.550	23.550	1.02887	0.501	22.320	0.013	1.059	
16	-	17	165	0.930	0.340	0.090	14.082	36.254	2.815	56.60	2.000	1.000	1.000	1.000	50.050	40.550	42.550	1.04922	0.501	46.180	0.007	1.066	
17	-	18	175	0.930	0.340	0.090	14.011	34.661	2.746	54.92	2.000	1.000	1.000	1.000	69.050	59.550	61.550	1.03385	0.501	65.042	0.005	1.071	
18	-	19	185	0.930	0.340	0.090	13.901	33.187	2.677	53.55	2.000	1.000	1.000	1.000	88.050	78.550	80.550	1.02561	0.501	83.905	0.004	1.075	

Kedalaman (m)	Sc akibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.142	4.73
1	0.191	0.117	3.89
2	0.344	0.097	3.22
3	0.474	0.079	2.65
4	0.589	0.064	2.14
5	0.657	0.055	1.84
6	0.717	0.047	1.58
7	0.770	0.040	1.34
8	0.818	0.034	1.13
9	0.861	0.028	0.94
10	0.900	0.023	0.77
11	0.935	0.018	0.62
12	0.967	0.014	0.48
13	0.995	0.010	0.35
14	1.022	0.007	0.23
15	1.046	0.004	0.13
16	1.059	0.002	0.07
17	1.066	0.001	0.04
18	1.071	0.000	0.02
19	1.075	0.000	0.00

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det )	vCv	H/vCv	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.000200	0.014142	70.71068	0.00024317	7668.55421
2	1	0.000200	0.014142	70.71068		
3	1	0.000200	0.014142	70.71068		
4	1	0.000200	0.014142	70.71068		
5	1	0.000700	0.026458	37.79645		



Pola segitiga



Pola segiempat

$\Sigma \sigma_p'$	Kedalaman			PI	Cu lama	ek tanah asli dengan rumu (Ardana & Mochtar)		Cu tanah asli pakai	Cu baru
kg/cm2	(m)			%	kg/cm2	kg/cm2		kg/cm2	kg/cm2
0.732	0	-	1	40.000	0.050	0.077		0.077	0.166
0.792	1	-	2	40.000	0.050	0.085		0.085	0.173
0.851	2	-	3	40.000	0.050	0.093		0.093	0.180
0.909	3	-	4	40.000	0.050	0.100		0.100	0.188
0.980	4	-	5	40.000	0.200	0.109		0.200	0.197

Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudi	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	$\Delta$ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1.2	1723.5	1437	15.7	3.4	7.1	1.25	1796.25	72.75
2	1.18	3119.1	2652.7	15.5	6	10	1.25	3315.875	196.775
3	1.26	3507.2	2788	15.8	6.1	10.2	1.25	3485	-22.2
4	1.33	6797.9	5102.6	16.4	12.5	16.4	1.25	6378.25	-419.65
5	1.18	3019.8	2558.2	15.6	5.9	9.8	1.25	3197.75	177.95

SF no 1

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	4.06	1	70.37333	70.37333	1793.87	1.248	1
0.30	3.76	1	65.17333	135.5467	1859.05	1.294	2

SF no 2

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	6.66	1	115.44	115.44	3234.54	1.219	1
0.30	6.36	1	110.24	225.68	3344.78	1.261	2

SF no 3

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	6.76	1	117.1733	117.1733	3624.37	1.300	1
0.30	6.46	1	111.9733	229.1467	3736.35	1.340	2



#### SF no 4

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	13.16	1	228.1067	228.1067	7026.01	1.377	1
0.30	12.86	1	222.9067	451.0133	7248.91	1.421	2

#### SF no 5

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	6.56	1	113.7067	113.7067	3133.51	1.225	1
0.30	6.26	1	108.5067	222.2133	3242.01	1.267	2

### Perhitungan Zona 3

$$q=1,8\text{t/m}^2$$

Atrial fibrillation																						
Kediaman H		Tetel lapan	z	e	G	a1	a2	Δg	2Δg	γ <sub>set</sub>	γ	γ <sup>1+1</sup>	γ <sup>1+1+un</sup>	σ <sub>0</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>0</sub> (σ <sub>0</sub> σ <sub>0</sub> )	Δσ-σ <sub>0</sub>	Σ	ΣΣ			
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	°	°	1/m2	1/m3	1/m3	1/m3	1/m2	1/m2	1/m2	1/m2	1/m2	1/m2	(m)	(m)			
0	-	1	1	0.5	2.30	0.970	0.180	0.335	0.764	0.900	1.800	1.650	0.650	0.600	0.300	2.30	1.76667	0.500	2.00	0.045	0.045	
1	-	2	1	1.5	2.30	0.970	0.180	0.994	0.953	0.899	1.799	1.650	0.650	0.600	0.900	2.90	3.22222	0.500	2.699	0.025	0.070	
2	-	3	1	2.5	2.30	0.970	0.180	1.619	0.826	0.897	1.795	1.650	0.650	0.600	1.800	3.50	2.33333	0.500	3.255	0.038	0.089	
3	-	4	1	3.5	2.30	0.970	0.180	2.192	0.867	0.893	1.786	1.650	0.650	0.600	2.400	4.00	1.92381	0.500	3.866	0.04	0.03	
4	-	5	1	4.5	1.20	0.630	0.100	2.700	0.600	0.866	1.773	1.500	0.500	0.500	3.300	2.60	1.70754	0.500	4.623	0.009	0.112	
5	-	6	1	5.5	1.20	0.430	0.100	3.135	0.555	0.877	1.753	1.500	0.500	0.500	4.200	3.50	1.533333	0.500	5.503	0.007	0.120	
6	-	7	1	6.5	0.950	0.350	0.050	3.495	0.676	0.864	1.728	2.000	1.000	1.000	5.200	4.700	1.45552	0.500	6.628	0.006	0.126	
7	-	8	1	7.5	0.950	0.350	0.050	3.783	0.808	0.849	1.698	2.000	1.000	1.000	6.200	5.700	1.35077	0.500	7.599	0.005	0.121	
8	-	9	1	8.5	0.950	0.350	0.050	4.004	0.913	0.831	1.669	2.000	1.000	1.000	7.200	6.700	1.25607	0.500	8.563	0.004	0.136	
9	-	10	1	9.5	0.950	0.350	0.050	4.166	1.064	0.82	1.635	2.000	1.000	1.000	8.200	7.700	1.2974	0.500	9.525	0.004	0.139	
10	-	11	1	10.5	0.950	0.350	0.050	4.276	0.950	0.792	1.594	2.000	1.000	1.000	9.200	8.700	1.23885	0.500	10.294	0.003	0.143	
11	-	12	1	11.5	0.950	0.350	0.050	4.343	0.656	0.771	1.541	2.000	1.000	1.000	10.200	9.700	1.26036	0.500	11.241	0.003	0.146	
12	-	13	1	12.5	0.950	0.350	0.050	4.374	0.468	0.749	1.498	2.000	1.000	1.000	11.200	10.700	1.16916	0.500	12.298	0.003	0.148	
13	-	14	1	13.5	0.950	0.350	0.050	4.376	0.470	0.727	1.454	2.000	1.000	1.000	12.200	11.700	1.17094	0.500	13.154	0.002	0.151	

$$q=3,6t/m^2$$

aktivitas timbunan																					
Kedalaman H		Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\Delta\sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\gamma'^H$	$\gamma'^H_{lum}$	$\sigma'_0$	$\sigma'_c$	OCR	MCOC <sub>soil</sub>	$\Delta\sigma=0$	$S_c$	$\Sigma S_c$	
(m)		(m)	(m)				*	*	$\gamma'm2$	$\gamma'm3$	$\gamma'm3$	$\gamma'm2$	$\gamma'm2$	$\gamma'm2$	$\gamma'm2$			$\gamma'm2$	(m)	(m)	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	0,5	2,300	0,970	0,180	0,587	87,654	1,800	3,600	1,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	0,5 $\sigma_{oil}$		3,900	0,113	
1	2	1	1,5	2,300	0,970	0,180	1,744	82,333	1,799	3,598	1,600	0,600	0,600	1,200	2,900	3,122222	0,5 $\sigma_{oil}$		4,498	0,082	
2	3	1	2,5	2,300	0,970	0,180	2,847	78,206	1,796	3,591	1,600	0,600	0,600	1,800	3,500	1,233333	0,5 $\sigma_{oil}$		5,091	0,066	
3	4	1	3,5	2,300	0,970	0,180	3,868	73,667	1,789	3,577	1,600	0,600	0,600	2,400	4,100	1,952881	0,5 $\sigma_{oil}$		5,677	0,056	
4	5	1	4,5	1,250	0,430	0,100	4,784	69,600	1,777	3,554	1,900	0,900	0,900	3,300	2,850	4,850	1,700754	0,5 $\sigma_{oil}$		6,404	0,033
5	6	1	5,5	1,250	0,430	0,100	5,583	65,556	1,761	3,521	1,900	0,900	0,900	4,200	3,750	5,750	1,533333	0,5 $\sigma_{oil}$		7,271	0,028
6	7	1	6,5	0,950	0,330	0,090	6,259	61,756	1,739	3,478	2,000	1,000	1,000	5,200	4,700	6,700	1,405532	0,5 $\sigma_{oil}$		8,178	0,023
7	8	1	7,5	0,950	0,330	0,090	6,814	58,208	1,713	3,425	2,000	1,000	1,000	6,200	5,700	7,700	1,308877	0,5 $\sigma_{oil}$		9,125	0,019
8	9	1	8,5	0,950	0,330	0,090	7,255	54,913	1,682	3,365	2,000	1,000	1,000	7,200	6,700	8,700	1,208507	0,5 $\sigma_{oil}$		10,065	0,017
9	10	1	9,5	0,950	0,330	0,090	7,593	51,864	1,649	3,297	2,000	1,000	1,000	8,200	7,700	9,700	1,12974	0,5 $\sigma_{oil}$		10,997	0,014
10	11	1	10,5	0,950	0,330	0,090	7,839	49,050	1,612	3,224	2,000	1,000	1,000	9,200	8,700	10,700	1,029865	0,5 $\sigma_{oil}$		11,974	0,013
11	12	1	11,5	0,950	0,330	0,090	8,066	46,556	1,574	3,147	2,000	1,000	1,000	10,200	9,700	11,700	1,026586	0,5 $\sigma_{oil}$		12,847	0,011
12	13	1	12,5	0,950	0,330	0,090	8,166	44,068	1,534	3,068	2,000	1,000	1,000	11,200	10,700	12,700	1,188916	0,5 $\sigma_{oil}$		13,768	0,010
13	14	1	13,5	0,950	0,330	0,090	8,150	41,870	1,493	2,987	2,000	1,000	1,000	12,200	11,700	13,700	1,17094	0,5 $\sigma_{oil}$		14,687	0,009

q=5,4 t/m2

akibat timbunan																						
kedalaman H		Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	α1	α2	Δσ	2Δσ	γsat	γ'	γ' <sup>H</sup>	γ' <sup>H</sup> lim	σD	σC	OCR	MOCS <sub>oil</sub>	Δσ<0	Sc	ΣSc	
		(m)	(m)				°	°	°/m2	°/m3	°/m3	°/m3	°/m2	°/m2	°/m2	°/m2			°/m2	(m)	(m)	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	-	1	1	0,5	2,380	0,970	0,180	0,784	87,634	2,700	5,400	1,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	OC50il	5,700	0,160	0,160	
1	-	2	1	1,5	2,380	0,970	0,180	2,329	82,933	2,699	5,398	1,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	OC50il	6,298	0,124	0,284
2	-	3	1	2,5	2,380	0,970	0,180	3,800	78,326	2,695	5,389	1,600	0,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,33333	OC50il	6,889	0,104	0,388
3	-	4	1	3,5	2,380	0,970	0,180	5,189	73,867	2,686	5,371	1,600	0,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,92381	OC50il	7,471	0,080	0,478
4	-	5	1	4,5	1,250	0,430	0,100	6,438	69,800	2,671	5,341	1,900	0,900	0,900	3,300	2,850	4,850	1,70754	OC50il	8,191	0,054	0,532
5	-	6	1	5,5	1,250	0,430	0,100	7,542	65,556	2,649	5,298	1,900	0,900	0,900	4,200	3,750	5,750	1,53333	OC50il	9,048	0,046	0,578
6	-	7	1	6,5	0,950	0,350	0,090	8,490	61,356	2,621	5,242	2,000	1,000	1,000	5,200	4,700	6,700	1,45532	OC50il	9,942	0,038	0,616
7	-	8	1	7,5	0,950	0,350	0,090	9,285	59,208	2,597	5,173	2,000	1,000	1,000	6,200	5,700	7,700	1,35887	OC50il	10,873	0,033	0,649
8	-	9	1	8,5	0,950	0,350	0,090	9,932	54,913	2,546	5,092	2,000	1,000	1,000	7,200	6,700	8,700	1,28507	OC50il	11,792	0,029	0,678
9	-	10	1	9,5	0,950	0,350	0,090	10,443	51,864	2,501	5,002	2,000	1,000	1,000	8,200	7,700	9,700	1,19574	OC50il	12,702	0,026	0,703
10	-	11	1	10,5	0,950	0,350	0,090	10,832	49,050	2,462	4,994	2,000	1,000	1,000	9,200	8,700	10,700	1,12986	OC50il	13,604	0,023	0,726
11	-	12	1	11,5	0,950	0,350	0,090	11,113	46,556	2,399	4,799	2,000	1,000	1,000	10,200	9,700	11,700	1,06366	OC50il	14,499	0,020	0,747
12	-	13	1	12,5	0,950	0,350	0,090	11,302	44,068	2,345	4,690	2,000	1,000	1,000	11,200	10,700	12,700	1,00916	OC50il	15,390	0,018	0,765
13	-	14	1	13,5	0,950	0,350	0,090	11,413	41,870	2,289	4,578	2,000	1,000	1,000	12,200	11,700	13,700	1,17094	OC50il	16,278	0,017	0,782

$$q=7,2t/m^2$$

alokasi timbunan																				
kedalaman		tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	log	2log	ysat	$\gamma^*H$	$\gamma^*H_{lum}$	$\sigma^0$	$\sigma^c$	OCR	N(Cc, $\sigma^c$ )	log $\sigma^0$	Sc	$\Sigma Sc$
(m)		(m)	(m)				'	'	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0,5	2,380	0,970	0,180	0,941	87,634	3,000	7,200	1,600	0,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	0C501	7,300	0,194
1	2	1	1,5	2,380	0,970	0,180	2,799	82,933	3,599	7,197	1,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	0C501	8,097	0,155
2	3	1	2,5	2,380	0,970	0,180	4,594	78,336	3,594	7,187	1,600	0,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,33333	0C501	8,687	0,133
3	4	1	3,5	2,380	0,970	0,180	6,255	73,667	3,583	7,167	1,600	0,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,95381	0C501	9,267	0,117
4	5	1	4,5	1,250	0,480	0,100	7,781	69,600	3,566	7,132	1,900	0,900	0,900	3,300	2,650	4,650	1,701754	0C501	9,982	0,070
5	6	1	5,5	1,250	0,480	0,100	9,141	65,555	3,541	7,082	1,900	0,900	0,900	4,200	3,150	5,150	1,53333	0C501	10,632	0,051
6	7	1	6,5	0,950	0,350	0,090	10,234	61,756	3,508	7,016	2,000	1,000	1,000	5,200	4,700	6,700	1,40532	0C501	11,716	0,051
7	8	1	7,5	0,950	0,350	0,090	11,330	58,208	3,467	6,934	2,000	1,000	1,000	6,200	5,700	7,700	1,350877	0C501	12,634	0,045
8	9	1	8,5	0,950	0,350	0,090	12,164	54,913	3,419	6,838	2,000	1,000	1,000	7,200	6,700	8,700	1,298507	0C501	13,338	0,040
9	10	1	9,5	0,950	0,350	0,090	12,689	51,864	3,365	6,730	2,000	1,000	1,000	8,200	7,700	9,700	1,25974	0C501	14,480	0,036
10	11	1	10,5	0,950	0,350	0,090	13,388	49,050	3,306	6,611	2,000	1,000	1,000	9,200	8,700	10,700	1,229885	0C501	15,311	0,032
11	12	1	11,5	0,950	0,350	0,090	13,788	46,466	3,242	6,484	2,000	1,000	1,000	10,200	9,700	11,700	1,203186	0C501	16,194	0,029
12	13	1	12,5	0,950	0,350	0,090	14,054	44,008	3,175	6,350	2,000	1,000	1,000	11,200	10,700	12,700	1,181916	0C501	17,050	0,026
13	14	1	13,5	0,950	0,350	0,090	14,263	41,870	3,106	6,212	2,000	1,000	1,000	12,200	11,700	13,700	1,17094	0C501	17,912	0,024

$$q=9t/m^2$$

aljabar binomial																						
kedalaman H		Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$b_0$	$2b_0$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\gamma'^*H$	$\gamma'^*H_{kumul}$	$\sigma'_0$	$\sigma'_c$	OCR	MCOCsoil	$\Delta\sigma=\sigma'_0$	$S_c$	$\Sigma S_c$	
(m)		(m)	(m)				°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2			t/m2	(m)	(m)	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	-	1	1	0.5	2.380	0.970	0.180	1.070	87.634	4.500	9.000	1.600	0.600	0.600	0.300	2.300	7.66667	OC soil	9.300	0.221	0.221	
1	-	2	1	1.5	2.380	0.970	0.180	3.184	82.333	4.498	8.997	1.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.900	3.22222	OC soil	9.897	0.180	0.401
2	-	3	1	2.5	2.380	0.970	0.180	5.220	78.336	4.493	8.986	1.600	0.600	0.600	1.800	1.500	3.300	2.33333	OC soil	10.486	0.156	0.558
3	-	4	1	3.5	2.380	0.970	0.180	7.134	73.867	4.482	8.983	1.600	0.600	0.600	2.400	2.100	4.000	1.95281	OC soil	11.083	0.139	0.697
4	-	5	1	4.5	1.250	0.430	0.100	8.881	69.600	4.462	8.925	1.900	0.900	0.900	3.300	2.850	4.850	1.700754	OC soil	11.775	0.084	0.781
5	-	6	1	5.5	1.250	0.430	0.100	10.469	65.556	4.455	8.889	1.900	0.900	0.900	4.200	3.750	5.750	1.533333	OC soil	12.619	0.073	0.854
6	-	7	1	6.5	0.950	0.350	0.090	11.855	61.755	4.398	8.795	2.000	1.000	1.000	5.200	4.700	6.700	1.45552	OC soil	13.495	0.062	0.916
7	-	8	1	7.5	0.950	0.350	0.090	13.047	58.208	4.352	8.704	2.000	1.000	1.000	6.200	5.700	7.700	1.338077	OC soil	14.404	0.055	0.971
8	-	9	1	8.5	0.950	0.350	0.090	14.080	54.913	4.298	8.596	2.000	1.000	1.000	7.200	6.700	8.700	1.28807	OC soil	15.256	0.049	1.020
9	-	10	1	9.5	0.950	0.350	0.090	14.875	51.864	4.237	8.474	2.000	1.000	1.000	8.200	7.700	9.700	1.25974	OC soil	16.174	0.044	1.064
10	-	11	1	10.5	0.950	0.350	0.090	15.557	49.050	4.189	8.339	2.000	1.000	1.000	9.200	8.700	10.700	1.23985	OC soil	17.089	0.040	1.105
11	-	12	1	11.5	0.950	0.350	0.090	16.053	46.565	4.097	8.193	2.000	1.000	1.000	10.200	9.700	11.700	1.20626	OC soil	17.883	0.037	1.142
12	-	13	1	12.5	0.950	0.350	0.090	16.459	44.088	4.020	8.040	2.000	1.000	1.000	11.200	10.700	12.700	1.18816	OC soil	18.740	0.034	1.175
13	-	14	1	13.5	0.950	0.350	0.090	16.711	41.870	3.940	7.880	2.000	1.000	1.000	12.200	11.700	13.700	1.17094	OC soil	19.580	0.031	1.206

$$q=10,8\text{t/m}^2$$
[illegible]

q=12,6t/m2

aktivitas timbunan																					
kedalaman H		Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	α1	α2	Δσ	2Δσ	γsat	γ'	γ'+H	γ'+Hlum	σ'0	σ'c	OCR	W(OCR <sub>50</sub> )	Δσ-σ'0	Σc	ΣΣc
(m)		(m)	(m)				°	°	ψm2	ψm3	ψm3	ψm3	ψm2	ψm2	ψm2	ψm2			ψm2	(m)	(m)
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0,5	2,30	0,970	0,180	1,299	87,694	6,300	12,600	1,600	0,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	0,50i	12,900	0,262	0,262
1	2	1	1,5	2,30	0,970	0,180	3,777	82,993	6,298	12,597	1,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	0,50i	13,497	0,219	0,481
2	3	1	2,5	2,30	0,970	0,180	6,202	78,206	6,292	12,594	1,600	0,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,33333	0,50i	14,084	0,193	0,614
3	4	1	3,5	2,30	0,970	0,180	8,485	73,867	6,279	12,559	1,600	0,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,95281	0,50i	14,659	0,174	0,848
4	5	1	4,5	1,29	0,480	0,100	10,618	69,600	6,258	12,515	1,900	0,900	0,900	3,300	2,850	4,850	1,70754	0,50i	15,365	0,106	0,954
5	6	1	5,5	1,29	0,480	0,100	12,544	65,556	6,226	12,452	1,900	0,900	0,900	4,200	3,750	5,750	1,53333	0,50i	16,202	0,094	1,048
6	7	1	6,5	0,950	0,350	0,090	14,620	61,765	6,194	12,388	2,000	1,000	1,000	5,200	4,700	6,700	1,40552	0,50i	17,088	0,080	1,128
7	8	1	7,5	0,950	0,350	0,090	15,780	58,208	6,151	12,262	2,000	1,000	1,000	6,200	5,700	7,700	1,35087	0,50i	17,962	0,072	1,200
8	9	1	8,5	0,950	0,350	0,090	17,048	54,913	6,069	12,137	2,000	1,000	1,000	7,200	6,700	8,700	1,29857	0,50i	18,837	0,065	1,265
9	10	1	9,5	0,950	0,350	0,090	18,326	51,864	5,997	11,994	2,000	1,000	1,000	8,200	7,700	9,700	1,25974	0,50i	19,694	0,060	1,326
10	11	1	10,5	0,950	0,350	0,090	19,086	49,050	5,918	11,855	2,000	1,000	1,000	9,200	8,700	10,700	1,22985	0,50i	20,535	0,055	1,381
11	12	1	11,5	0,950	0,350	0,090	19,765	46,455	5,851	11,662	2,000	1,000	1,000	10,200	9,700	11,700	1,20586	0,50i	21,362	0,051	1,431
12	13	1	12,5	0,950	0,350	0,090	20,244	44,088	5,793	11,478	2,000	1,000	1,000	11,200	10,700	12,700	1,186916	0,50i	22,178	0,047	1,478
13	14	1	13,5	0,950	0,350	0,090	20,780	41,970	5,749	11,285	2,000	1,000	1,000	12,200	11,700	13,700	1,17094	0,50i	22,985	0,043	1,522



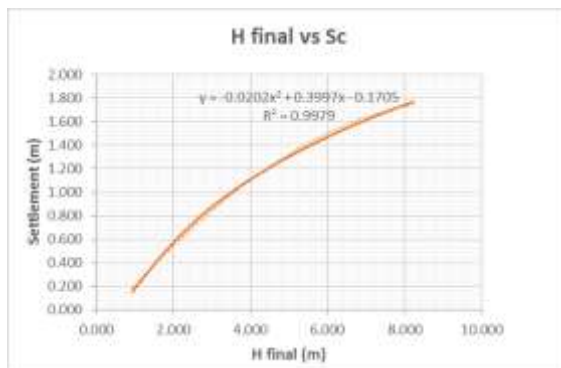
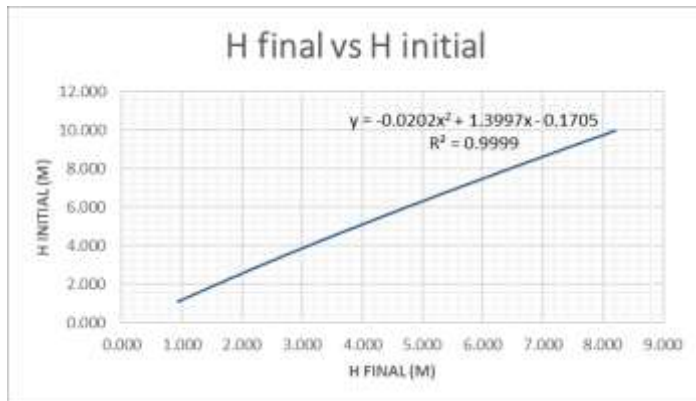
$$q=14,4t/m^2$$

albatirubin																					
kedalaman	Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	α1	α2	Δσ	2Δσ	γsat	γ	γ*H	γ*H <sub>lim</sub>	σ <sup>0</sup>	σ <sub>c</sub>	OCR	WOC <sub>soil</sub>	Δσ=σ <sup>0</sup>	Σσ	ΣΣσ	
																					α
(m)	(m)	(m)																			
0	1	0.5	2.30	0.970	0.180	1.269	87.64	6.30	12.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.30	2.30	7.66667	0.50i	12.90	0.62	0.62	
1	2	1.5	2.30	0.970	0.180	3.777	82.933	6.298	12.597	1.60	0.60	0.60	0.60	0.90	2.90	3.22222	0.50i	13.497	0.219	0.481	
2	3	2.5	2.30	0.970	0.180	6.202	78.266	6.292	12.594	1.60	0.60	0.60	0.60	1.80	3.90	2.33333	0.50i	14.084	0.193	0.674	
3	4	3.5	2.30	0.970	0.180	8.495	73.667	6.279	12.559	1.60	0.60	0.60	0.60	2.40	4.10	1.95238	0.50i	14.659	0.174	0.848	
4	5	4.5	1.20	0.480	0.100	10.618	69.800	6.258	12.515	1.90	0.90	0.90	0.90	3.30	2.80	4.850	1.70175	0.50i	15.365	0.106	0.954
5	6	5.5	1.20	0.480	0.100	12.944	65.555	6.226	12.452	1.90	0.90	0.90	0.90	4.20	3.750	5.750	1.53333	0.50i	16.202	0.094	1.048
6	7	6.5	0.950	0.350	0.090	14.860	61.765	6.194	12.368	2.00	1.00	1.00	1.00	5.20	4.700	6.700	1.40552	0.50i	17.068	0.080	1.128
7	8	7.5	0.950	0.350	0.090	15.780	58.008	6.151	12.262	2.00	1.00	1.00	1.00	6.20	5.700	7.700	1.35087	0.50i	17.962	0.072	1.200
8	9	8.5	0.950	0.350	0.090	17.046	54.913	6.089	12.157	2.00	1.00	1.00	1.00	7.20	6.700	8.700	1.29850	0.50i	18.887	0.065	1.266
9	10	9.5	0.950	0.350	0.090	18.356	51.864	5.997	11.994	2.00	1.00	1.00	1.00	8.20	7.700	9.700	1.25974	0.50i	19.844	0.060	1.326
10	11	10.5	0.950	0.350	0.090	19.066	49.050	5.918	11.855	2.00	1.00	1.00	1.00	9.20	8.700	10.700	1.22898	0.50i	20.555	0.055	1.381
11	12	11.5	0.950	0.350	0.090	19.765	46.565	5.831	11.662	2.00	1.00	1.00	1.00	10.20	9.700	11.700	1.20518	0.50i	21.362	0.051	1.431
12	13	12.5	0.950	0.350	0.090	20.341	44.088	5.739	11.478	2.00	1.00	1.00	1.00	11.20	10.700	12.700	1.18516	0.50i	22.178	0.047	1.478
13	14	13.5	0.950	0.350	0.090	20.780	41.870	5.645	11.285	2.00	1.00	1.00	1.00	12.20	11.700	13.700	1.17094	0.50i	22.985	0.043	1.522

q=16,2t/m2

skat timbunan																						
kedalaman H		Tebal	z	e		Cc	Cs	α1	α2	Δs	2Δs	γsat	γ'	γ'+H	γ'+H <sub>lim</sub>	σ <sup>0</sup>	σ <sub>c</sub>	OCR	M(COC <sub>50</sub> )	Δσ=σ <sup>0</sup>	Σε	ΣΣε
		lapisan	(m)	(m)				°	°	t/m2	t/m3	t/m3	t/m3	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2		t/m2	(m)	(m)	
0	-	1	1	0,5	2,380	0,970	0,180	1,415	87,634	8,100	16,200	1,600	0,600	0,600	0,600	0,300	2,300	7,66667	OC soil	16,500	0,293	0,293
1	-	2	1	1,5	2,380	0,970	0,180	4,214	82,933	8,098	16,196	1,600	0,600	0,600	1,200	0,900	2,900	3,22222	OC soil	17,086	0,248	0,541
2	-	3	1	2,5	2,380	0,970	0,180	6,916	78,336	8,092	16,183	1,600	0,600	0,600	1,800	1,500	3,500	2,33333	OC soil	17,683	0,221	0,762
3	-	4	1	3,5	2,380	0,970	0,180	9,500	73,867	8,078	16,156	1,600	0,600	0,600	2,400	2,100	4,100	1,93281	OC soil	18,256	0,202	0,964
4	-	5	1	4,5	2,380	0,980	0,100	11,897	69,600	8,055	16,109	1,900	0,900	0,900	3,300	2,850	4,850	1,70754	OC soil	18,959	0,123	1,087
5	-	6	1	5,5	2,250	0,480	0,100	14,089	65,556	8,020	16,041	1,900	0,900	0,900	4,200	3,750	5,750	1,53333	OC soil	19,791	0,111	1,198
6	-	7	1	6,5	0,950	0,350	0,090	16,059	61,756	7,975	15,950	2,000	1,000	1,000	5,200	4,700	6,700	1,45532	OC soil	20,650	0,085	1,293
7	-	8	1	7,5	0,950	0,350	0,090	17,801	58,208	7,918	15,855	2,000	1,000	1,000	6,200	5,700	7,700	1,33087	OC soil	21,555	0,086	1,379
8	-	9	1	8,5	0,950	0,350	0,090	19,318	54,913	7,850	15,699	2,000	1,000	1,000	7,200	6,700	8,700	1,23807	OC soil	22,399	0,079	1,458
9	-	10	1	9,5	0,950	0,350	0,090	20,620	51,864	7,771	15,542	2,000	1,000	1,000	8,200	7,700	9,700	1,15974	OC soil	23,242	0,073	1,531
10	-	11	1	10,5	0,950	0,350	0,090	21,720	49,050	7,683	15,367	2,000	1,000	1,000	9,200	8,700	10,700	1,12886	OC soil	24,067	0,067	1,598
11	-	12	1	11,5	0,950	0,350	0,090	22,634	46,456	7,587	15,175	2,000	1,000	1,000	10,200	9,700	11,700	1,10606	OC soil	24,875	0,063	1,661
12	-	13	1	12,5	0,950	0,350	0,090	23,379	44,068	7,485	14,989	2,000	1,000	1,000	11,200	10,700	12,700	1,08816	OC soil	25,669	0,058	1,719
13	-	14	1	13,5	0,950	0,350	0,090	23,974	41,870	7,376	14,753	2,000	1,000	1,000	12,200	11,700	13,700	1,10894	OC soil	26,453	0,054	1,774

q timb	Sc akibat q timb	H initial	H final
t/m <sup>2</sup>	(m)	(m)	(m)
Direncanakan	Perhitungan	$(A+B*\gamma_w)/\gamma_t$	$(A-B*\gamma')/\gamma_t$
A	B	C	G
1.8	0.151	1.084	0.933
3.6	0.493	2.274	1.781
5.4	0.782	3.434	2.653
7.2	1.013	4.563	3.550
9	1.206	5.670	4.464
10.8	1.374	6.763	5.389
12.6	1.522	7.845	6.324
14.4	1.654	8.919	7.265
16.2	1.774	9.985	8.212



Zona 3 h rencana 4m, h initial = 5,1 m

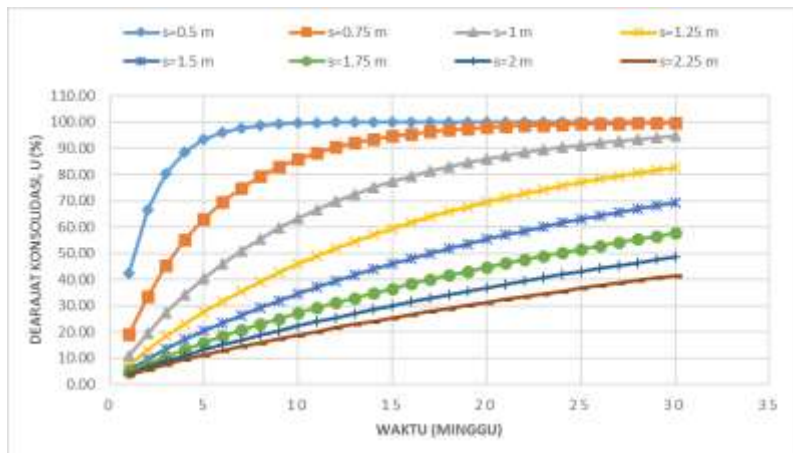
aktivitubunan																						
kedalaman H		Tebal lapis	z	e	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	2 $\Delta \sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma$	$\gamma^{*H}$	$\gamma^{*H_{kum}}$	$\sigma'0$	$\sigma'c$	OCR	MCOC soil	$\Delta \sigma = \sigma'0$	$\Sigma \sigma$	$\Sigma \Sigma \sigma$	
(m)		(m)	(m)				*	*	$\psi/m2$	$\psi/m3$	$\psi/m3$	$\psi/m3$	$\psi/m2$	$\psi/m2$	$\psi/m2$	$\psi/m2$			$\psi/m2$	(m)	(m)	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	-	1	1	0.5	2.380	0.970	0.880	1.082	87.634	4.590	9.180	0.600	0.600	0.600	0.300	2.300	7.66667	OC soil	9.480	0.274	0.274	
1	-	2	1	1.5	2.380	0.970	0.880	3.219	82.993	4.598	9.177	0.600	0.600	0.600	0.900	2.900	3.22222	OC soil	10.077	0.182	0.406	
2	-	3	1	2.5	2.380	0.970	0.880	5.277	78.326	4.583	9.166	0.600	0.600	0.600	1.800	3.500	2.33333	OC soil	10.666	0.158	0.564	
3	-	4	1	3.5	2.380	0.970	0.880	7.213	73.867	4.571	9.148	0.600	0.600	0.600	2.400	4.100	1.99281	OC soil	11.243	0.141	0.706	
4	-	5	1	4.5	1.250	0.480	0.100	8.991	69.600	4.552	9.104	0.900	0.900	0.900	3.300	2.850	4.650	1.701754	OC soil	11.954	0.085	0.791
5	-	6	1	5.5	1.250	0.480	0.100	10.399	65.556	4.524	9.048	0.900	0.900	0.900	4.200	3.750	5.750	1.533333	OC soil	12.798	0.075	0.865
6	-	7	1	6.5	0.950	0.350	0.090	11.994	61.756	4.487	8.974	0.900	0.900	0.900	5.200	4.700	6.700	1.452532	OC soil	13.674	0.069	0.928
7	-	8	1	7.5	0.950	0.350	0.090	13.283	58.208	4.441	8.882	0.900	0.900	0.900	6.200	5.700	7.700	1.358877	OC soil	14.582	0.056	0.984
8	-	9	1	8.5	0.950	0.350	0.090	14.222	54.913	4.386	8.773	0.900	0.900	0.900	7.200	6.700	8.700	1.289507	OC soil	15.473	0.050	1.034
9	-	10	1	9.5	0.950	0.350	0.090	15.621	51.864	4.324	8.649	0.900	0.900	0.900	8.200	7.700	9.700	1.25974	OC soil	16.349	0.045	1.079
10	-	11	1	10.5	0.950	0.350	0.090	15.737	49.050	4.266	8.512	0.900	0.900	0.900	9.200	8.700	10.700	1.229885	OC soil	17.212	0.041	1.121
11	-	12	1	11.5	0.950	0.350	0.090	16.784	46.565	4.183	8.365	0.900	0.900	0.900	10.200	9.700	11.700	1.206386	OC soil	18.085	0.038	1.158
12	-	13	1	12.5	0.950	0.350	0.090	16.693	44.688	4.055	8.210	0.900	0.900	0.900	11.200	10.700	12.700	1.186916	OC soil	18.910	0.034	1.193
13	-	14	1	13.5	0.950	0.350	0.090	16.590	41.870	4.024	8.048	0.900	0.900	0.900	12.200	11.700	13.700	1.17094	OC soil	19.748	0.032	1.274

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	$\frac{V}{C_v}$	$\frac{H}{VC_v}$	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)
1	1	0.00020	0	70.71	0.0005016
2	1	0.00020	0	70.71	
3	1	0.00020	0	70.71	
4	1	0.00020	0	70.71	
5	1	0.00070	0	37.8	
6	1	0.00070	0	37.8	
7	1	0.00090	0	33.33	
8	1	0.00090	0	33.33	
9	1	0.00090	0	33.33	
10	1	0.00090	0	33.33	
11	1	0.00090	0	33.33	
12	1	0.00090	0	33.33	
13	1	0.00090	0	33.33	
14	1	0.00090	0	33.33	

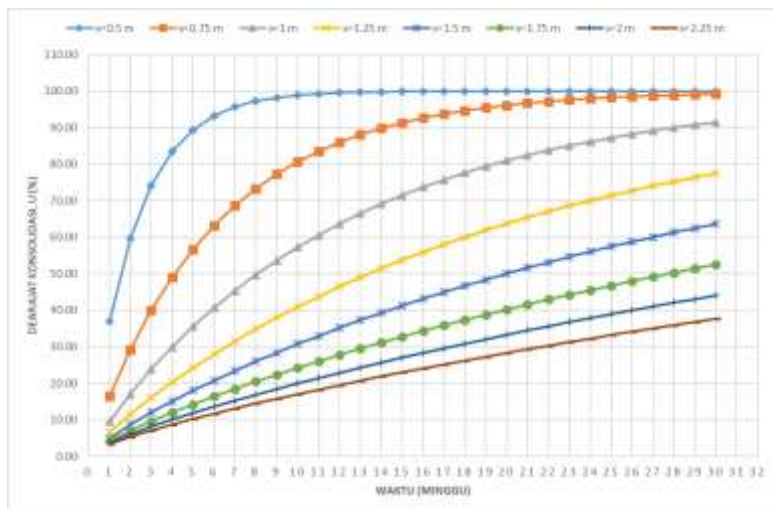
Derajat Konsolidasi U(%)	Hdr (cm)	Cv (cm <sup>2</sup> /detik)	T	t (detik)	t tahun
0	1400	0.000501596	0	0	0
5			0.002	7672414.320	0.243
10			0.008	30689657.280	0.973
15			0.018	69051728.881	2.190
20			0.031	122758629.122	3.893
25			0.049	191810358.003	6.082
30			0.071	276206915.524	8.758
35			0.096	375948301.686	11.921
40			0.126	491034516.488	15.571
45			0.159	621465559.930	19.707
50			0.196	767241432.012	24.329
55			0.238	928362132.735	29.438
60			0.283	1104827662.097	35.034
65			0.340	1330062200.823	42.176
70			0.403	1574131726.209	49.915
75			0.477	1862804704.390	59.069
80			0.567	2216111875.811	70.272
85			0.684	2671604040.776	84.716
90			0.848	3313584190.377	105.073
95			1.129	4411056504.944	139.874
100					

Kedalaman (m)	Scakibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.215	7.17
1	0.224	0.176	5.86
2	0.406	0.144	4.79
3	0.564	0.116	3.86
4	0.706	0.091	3.04
5	0.791	0.076	2.54
6	0.865	0.063	2.10
7	0.928	0.052	1.73
8	0.984	0.042	1.41
9	1.034	0.033	1.11
10	1.079	0.025	0.85
11	1.121	0.018	0.61
12	1.158	0.012	0.39
13	1.193	0.006	0.19
14	1.224	0.000	0.00

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	vCv	H/vCv	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.000200	0.014142	70.71068	0.00031925	10067.98785
2	1	0.000200	0.014142	70.71068		
3	1	0.000200	0.014142	70.71068		
4	1	0.000200	0.014142	70.71068		
5	1	0.000700	0.026458	37.79645		
6	1	0.000700	0.026458	37.79645		
7	1	0.000900	0.03	33.33333		



Pola segitiga



Pola segiempat

$\Sigma \sigma_p'$	Kedalaman			PI	Cu lama	ek tanah asli dengan rumus (Ardana & Mochtar)	Cu tanah asli pakai (Ardana & Mochtar)	Cu baru (Ardana & Mochtar)
kg/cm2	(m)			%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
0.948	0	-	1	40.000	0.050	0.077	0.077	0.193
1.008	1	-	2	40.000	0.050	0.085	0.085	0.200
1.067	2	-	3	40.000	0.050	0.093	0.093	0.208
1.124	3	-	4	40.000	0.050	0.100	0.100	0.215
1.195	4	-	5	40.000	0.200	0.109	0.200	0.224
1.280	5	-	6	40.000	0.200	0.121	0.200	0.234
1.367	6	-	7	40.000	0.400	0.133	0.400	0.245

Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudi	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	$\Delta$ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1.03	2430.7	2356.3	16.9	4.4	8.3	1.25	2945.375	514.675
2	1.02	2551.9	2505	16.7	4.4	8.5	1.25	3131.25	579.35
3	1.12	4767	4276.9	17.1	7.4	11.6	1.25	5346.125	579.125
4	1.23	9801.9	7999.6	17.5	14.6	18.6	1.25	9999.5	197.6
5	1.03	2572.8	2490.4	15.9	4.4	8.4	1.25	3113	540.2

SF no 1

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	4.4	1	76.26667	76.26667	2506.97	1.064	1
0.30	4.1	1	71.06667	147.3333	2578.03	1.094	2
0.60	3.8	1	65.86667	213.2	2643.90	1.122	3
0.90	3.5	1	60.66667	273.8667	2704.57	1.148	4
1.20	3.2	1	55.46667	329.3333	2760.03	1.171	5
1.50	2.9	1	50.26667	379.6	2810.30	1.193	6
1.80	2.6	1	45.06667	424.6667	2855.37	1.212	7
2.10	2.3	1	39.86667	464.5333	2895.23	1.229	8
2.40	2	1	34.66667	499.2	2929.90	1.243	9
2.70	1.7	1	29.46667	528.6667	2959.37	1.256	10



## SF no 2

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	4.4	1	76.26667	76.26667	2628.17	1.049	1
0.30	4.1	1	71.06667	147.3333	2699.23	1.078	2
0.60	3.8	1	65.86667	213.2	2765.10	1.104	3
0.90	3.5	1	60.66667	273.8667	2825.77	1.128	4
1.20	3.2	1	55.46667	329.3333	2881.23	1.150	5
1.50	2.9	1	50.26667	379.6	2931.50	1.170	6
1.80	2.6	1	45.06667	424.6667	2976.57	1.188	7
2.10	2.3	1	39.86667	464.5333	3016.43	1.204	8
2.40	2	1	34.66667	499.2	3051.10	1.218	9
2.70	1.7	1	29.46667	528.6667	3080.57	1.230	10
3.00	1.4	1	24.26667	552.9333	3104.83	1.239	11
3.30	1.1	1	19.06667	572	3123.90	1.247	12
3.60	0.8	1	13.86667	585.8667	3137.77	1.253	13

## SF no 3

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	7.4	1	128.2667	128.2667	4895.27	1.145	1
0.30	7.1	1	123.0667	251.3333	5018.33	1.173	2
0.60	6.8	1	117.8667	369.2	5136.20	1.201	3
0.90	6.5	1	112.6667	481.8667	5248.87	1.227	4
1.20	6.2	1	107.4667	589.3333	5356.33	1.252	5

## SF no 4

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	14.6	1	253.0667	253.0667	10054.97	1.257	1
0.30	14.3	1	247.8667	500.9333	10302.83	1.288	2

## SF no 5

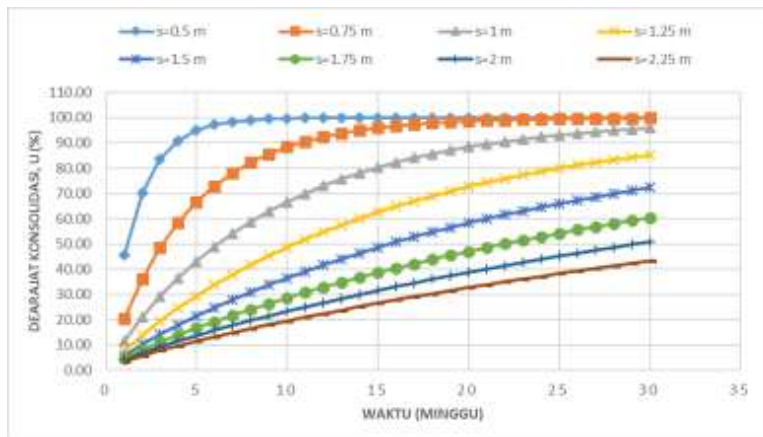
H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	4.4	1	76.26667	76.26667	2649.07	1.064	1
0.30	4.1	1	71.06667	147.3333	2720.13	1.092	2
0.60	3.8	1	65.86667	213.2	2786.00	1.119	3
0.90	3.5	1	60.66667	273.8667	2846.67	1.143	4
1.20	3.2	1	55.46667	329.3333	2902.13	1.165	5
1.50	2.9	1	50.26667	379.6	2952.40	1.186	6
1.80	2.6	1	45.06667	424.6667	2997.47	1.204	7
2.10	2.3	1	39.86667	464.5333	3037.33	1.220	8
2.40	2	1	34.66667	499.2	3072.00	1.234	9
2.70	1.7	1	29.46667	528.6667	3101.47	1.245	10
3.00	1.4	1	24.26667	552.9333	3125.73	1.255	11

Zona 3 h rencana= 5m, h initial = 6,3m

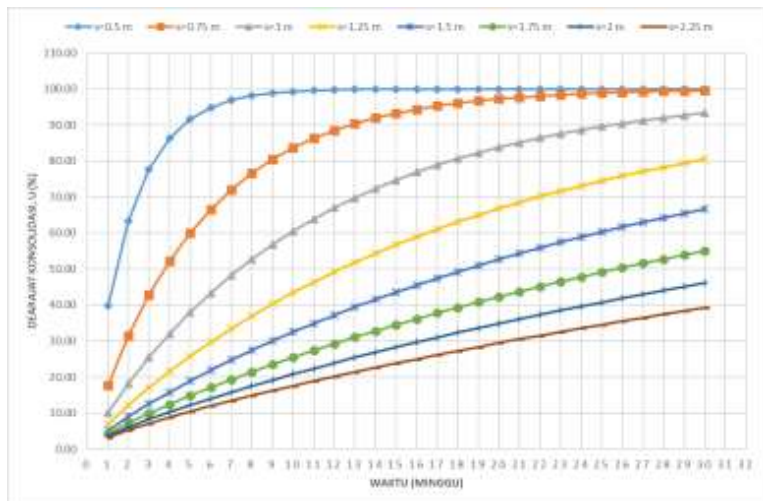
albatiribunan																			
kedalaman H		Tebal lapisan		z		e		Cc		Cs		$\alpha 1$		$\alpha 2$		$\Delta \sigma$		2 $\sigma_v$	
(m)		(m)		(m)								°		°		t/m2		t/m3	
		0		0		0		0		0		0		0		0		0	
0	-	1	1	0.5	2.80	0.970	0.180	1.207	87.64	5.670	11.940	1.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.300	2.900	7.66667
1	-	2	1	1.5	2.80	0.970	0.180	3.951	82.93	5.668	11.937	1.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.900	3.122222	0.0501
2	-	3	1	2.5	2.80	0.970	0.180	5.694	78.26	5.662	11.925	1.600	0.600	0.600	1.800	1.500	3.500	2.333333	0.0501
3	-	4	1	3.5	2.80	0.970	0.180	8.068	73.67	5.650	11.900	1.600	0.600	0.600	2.400	2.100	4.100	1.95381	0.0501
4	-	5	1	4.5	1.20	0.480	0.100	10.075	69.60	5.629	11.878	1.900	0.900	0.900	3.300	2.850	4.850	1.70754	0.0501
5	-	6	1	5.5	1.20	0.480	0.100	11.891	65.55	5.599	11.897	1.900	0.900	0.900	4.200	3.750	5.750	1.533333	0.0501
6	-	7	1	6.5	0.90	0.330	0.090	13.501	61.76	5.558	11.816	2.000	1.000	1.000	5.200	4.700	6.700	1.40552	0.0501
7	-	8	1	7.5	0.90	0.330	0.090	14.911	58.08	5.507	11.615	2.000	1.000	1.000	6.200	5.700	7.700	1.30877	0.0501
8	-	9	1	8.5	0.90	0.330	0.090	16.097	54.93	5.448	10.85	2.000	1.000	1.000	7.200	6.700	8.700	1.28957	0.0501
9	-	10	1	9.5	0.90	0.330	0.090	17.093	51.84	5.379	10.78	2.000	1.000	1.000	8.200	7.700	9.700	1.25974	0.0501
10	-	11	1	10.5	0.90	0.330	0.090	17.920	49.09	5.305	10.66	2.000	1.000	1.000	9.200	8.700	10.700	1.23885	0.0501
11	-	12	1	11.5	0.90	0.330	0.090	18.578	46.66	5.221	10.442	2.000	1.000	1.000	10.200	9.700	11.700	1.208186	0.0501
12	-	13	1	12.5	0.90	0.330	0.090	19.088	44.08	5.134	10.38	2.000	1.000	1.000	11.200	10.700	12.700	1.181916	0.0501
13	-	14	1	13.5	0.90	0.330	0.090	19.471	41.870	5.042	10.085	2.000	1.000	1.000	12.200	11.700	13.700	1.17094	0.0501
												OCR		WOCR <sub>501</sub>		$\Delta \sigma - \sigma' 0$		$\Sigma \sigma$	
														t/m2		(m)		(m)	
																0.039		1.420	

Kedalaman (m)	Sc akibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.249	8.31
1	0.249	0.206	6.85
2	0.456	0.169	5.64
3	0.637	0.137	4.58
4	0.800	0.109	3.63
5	0.899	0.091	3.05
6	0.987	0.076	2.54
7	1.061	0.063	2.10
8	1.127	0.051	1.71
9	1.187	0.041	1.36
10	1.242	0.031	1.04
11	1.292	0.022	0.75
12	1.338	0.014	0.48
13	1.381	0.007	0.23
14	1.420	0.000	0.00

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	vCv	H/vCv	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.000200	0.014142	70.71068	0.00035415	11168.62541
2	1	0.000200	0.014142	70.71068		
3	1	0.000200	0.014142	70.71068		
4	1	0.000200	0.014142	70.71068		
5	1	0.000700	0.026458	37.79645		
6	1	0.000700	0.026458	37.79645		
7	1	0.000900	0.03	33.33333		
8	1	0.000900	0.03	33.33333	0.00035415	11168.62541



Pola segitiga



Pola segiempat

$\Sigma \sigma_p^1$	Kedalaman			PI	Cu lama	ek tanah asli dengan rumu (Ardana & Mochtar)	Cu tanah asli pakai (Ardana & Mochtar)	Cu baru Ardana & Mochtar
kg/cm2	(m)			%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
1.164	0	-	1	40.000	0.050	0.077	0.077	0.220
1.224	1	-	2	40.000	0.050	0.085	0.085	0.227
1.282	2	-	3	40.000	0.050	0.093	0.093	0.235
1.340	3	-	4	40.000	0.050	0.100	0.100	0.242
1.411	4	-	5	40.000	0.200	0.109	0.200	0.251
1.495	5	-	6	40.000	0.200	0.121	0.200	0.261
1.582	6	-	7	40.000	0.400	0.133	0.400	0.272
1.671	7	-	8	40.000	0.400	0.145	0.400	0.283

Hasil geostudio						Perhitungan			
No	SF geostudi	MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat		R m	SF rencana	MR rencana	$\Delta$ MR (kN.m)
1	1	3569.4	3565.6	18.2	5.5	9.5	1.25	4457	887.6
2	1.02	3446	3375.1	18.4	5.5	9.4	1.25	4218.875	772.875
3	1.08	6653.1	6167.7	18.4	8.8	13	1.25	7709.625	1056.525
4	1.22	14298	11741	18.7	16.9	20.9	1.25	14676.25	378.25
5	1	3788	3794.7	17.1	5.5	9.6	1.25	4743.375	955.375

SF no 1

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	6.63	1	114.92	114.92	3684.32	1.033	1
0.30	6.33	1	109.72	224.64	3794.04	1.064	2
0.60	6.03	1	104.52	329.16	3898.56	1.093	3
0.90	5.73	1	99.32	428.48	3997.88	1.121	4
1.20	5.43	1	94.12	522.6	4092.00	1.148	5
1.50	5.13	1	88.92	611.52	4180.92	1.173	6
1.80	4.83	1	83.72	695.24	4264.64	1.196	7
2.10	4.53	1	78.52	773.76	4343.16	1.218	8
2.40	4.23	1	73.32	847.08	4416.48	1.239	9
2.70	3.93	1	68.12	915.2	4484.60	1.258	10

## SF no 2

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	6.63	1	114.92	114.92	3560.92	1.055	1
0.30	6.33	1	109.72	224.64	3670.64	1.088	2
0.60	6.03	1	104.52	329.16	3775.16	1.119	3
0.90	5.73	1	99.32	428.48	3874.48	1.148	4
1.20	5.43	1	94.12	522.6	3968.60	1.176	5
1.50	5.13	1	88.92	611.52	4057.52	1.202	6
1.80	4.83	1	83.72	695.24	4141.24	1.227	7
2.10	4.53	1	78.52	773.76	4219.76	1.250	8

## SF no 3

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	9.93	1	172.12	172.12	6825.22	1.107	1
0.30	9.63	1	166.92	339.04	6992.14	1.134	2
0.60	9.33	1	161.72	500.76	7153.86	1.160	3
0.90	9.03	1	156.52	657.28	7310.38	1.185	4
1.20	8.73	1	151.32	808.6	7461.70	1.210	5
1.50	8.43	1	146.12	954.72	7607.82	1.233	6
1.80	8.13	1	140.92	1095.64	7748.74	1.256	7

## SF no 4

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	18.03	1	312.52	312.52	14610.52	1.244	1
0.30	17.73	1	307.32	619.84	14917.84	1.271	2

SF no 5

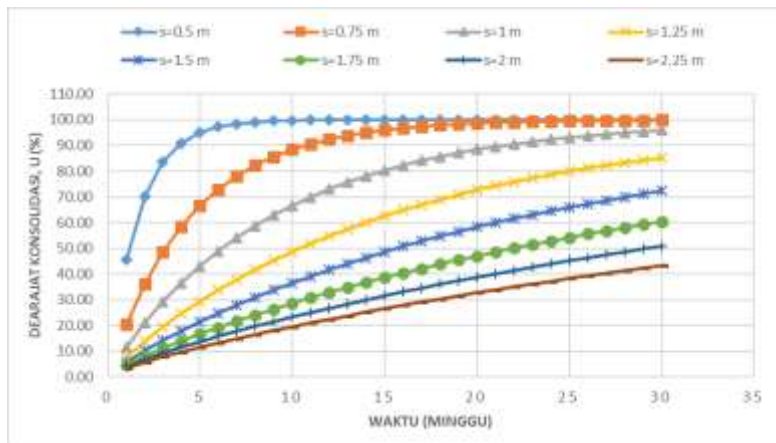
H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	6.63	1	114.92	114.92	3902.92	1.029	1
0.30	6.33	1	109.72	224.64	4012.64	1.057	2
0.60	6.03	1	104.52	329.16	4117.16	1.085	3
0.90	5.73	1	99.32	428.48	4216.48	1.111	4
1.20	5.43	1	94.12	522.6	4310.60	1.136	5
1.50	5.13	1	88.92	611.52	4399.52	1.159	6
1.80	4.83	1	83.72	695.24	4483.24	1.181	7
2.10	4.53	1	78.52	773.76	4561.76	1.202	8
2.40	4.23	1	73.32	847.08	4635.08	1.221	9
2.70	3.93	1	68.12	915.2	4703.20	1.239	10
3.00	3.63	1	62.92	978.12	4766.12	1.256	11



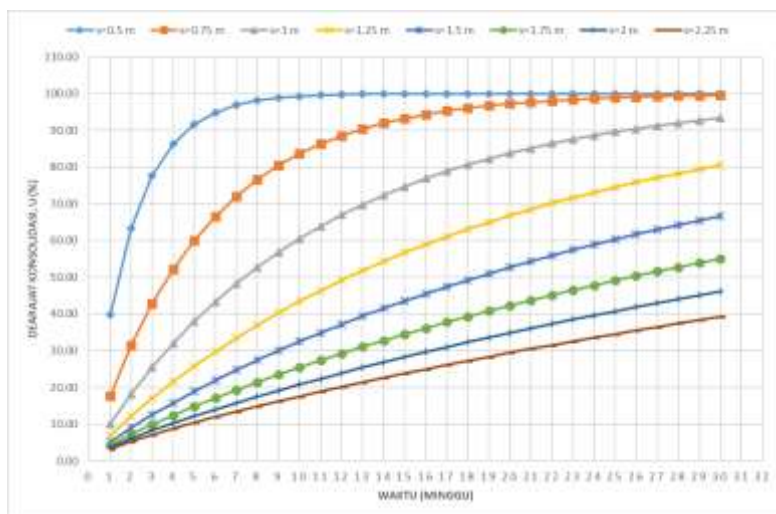


Kedalaman (m)	Sc akibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.279	9.30
1	0.270	0.232	7.72
2	0.497	0.192	6.39
3	0.698	0.157	5.22
4	0.880	0.125	4.15
5	0.990	0.105	3.51
6	1.089	0.088	2.93
7	1.173	0.073	2.44
8	1.249	0.060	1.99
9	1.318	0.048	1.59
10	1.381	0.037	1.22
11	1.439	0.026	0.88
12	1.493	0.017	0.56
13	1.543	0.008	0.27
14	1.590	0.000	0.00

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det )	vCv	H/vCv	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.000200	0.014142	70.71068	0.00035415	11168.62541
2	1	0.000200	0.014142	70.71068		
3	1	0.000200	0.014142	70.71068		
4	1	0.000200	0.014142	70.71068		
5	1	0.000700	0.026458	37.79645		
6	1	0.000700	0.026458	37.79645		
7	1	0.000900	0.03	33.33333		
8	1	0.000900	0.03	33.33333	0.00035415	11168.62541



Pola segitiga



Pola segiempat

$\Sigma \sigma_p^1$	Kedalaman			PI	Cu lama	ek tanah asli dengan rumu (Ardana & Mochtar)	Cu tanah asli pakai (Ardana & Mochtar)	Cu baru
kg/cm2	(m)			%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
1.380	0	-	1	40.000	0.050	0.077	0.077	0.247
1.440	1	-	2	40.000	0.050	0.085	0.085	0.254
1.498	2	-	3	40.000	0.050	0.093	0.093	0.262
1.556	3	-	4	40.000	0.050	0.100	0.100	0.269
1.626	4	-	5	40.000	0.200	0.109	0.200	0.278
1.710	5	-	6	40.000	0.200	0.121	0.200	0.288
1.796	6	-	7	40.000	0.400	0.133	0.400	0.299
1.885	7	-	8	40.000	0.400	0.145	0.400	0.310

Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudi	MR	MD	titik pusat		R	SF	MR	$\Delta$ MR
		(kN.m)	(kN.m)	X	Y	m	rencana	rencana	(kN.m)
1	1.09	5294.7	4839	19.5	6.5	10.5	1.25	6048.75	754.05
2	1.13	8549.6	7552.5	20.2	6.6	12.7	1.25	9440.625	891.025
3	1.13	14420	12750	20	11	17	1.25	15937.5	1517.5
4	1.32	26439	20040	20.9	20.4	25.4	1.25	25050	-1389
5	1.1	9037.3	8219	20	10.2	14.3	1.25	10273.75	1236.45

SF no 1

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	7.75	1	134.3333	134.3333	5429.03	1.122	1
0.30	7.45	1	129.1333	263.4667	5558.17	1.149	2
0.60	7.15	1	123.9333	387.4	5682.10	1.174	3
0.90	6.85	1	118.7333	506.1333	5800.83	1.199	4
1.20	6.55	1	113.5333	619.6667	5914.37	1.222	5
1.50	6.25	1	108.3333	728	6022.70	1.245	6
1.80	5.95	1	103.1333	831.1333	6125.83	1.266	7

SF no 2

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	7.85	1	136.0667	136.0667	8685.67	1.150	1
0.30	7.55	1	130.8667	266.9333	8816.53	1.167	2
0.60	7.25	1	125.6667	392.6	8942.20	1.184	3
0.90	6.95	1	120.4667	513.0667	9062.67	1.200	4
1.20	6.65	1	115.2667	628.3333	9177.93	1.215	5
1.50	6.35	1	110.0667	738.4	9288.00	1.230	6
1.80	6.05	1	104.8667	843.2667	9392.87	1.244	7
2.10	5.75	1	99.66667	942.9333	9492.53	1.257	8

SF no 3

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	12.25	1	212.3333	212.3333	14632.33	1.148	1
0.30	11.95	1	207.1333	419.4667	14839.47	1.164	2
0.60	11.65	1	201.9333	621.4	15041.40	1.180	3
0.90	11.35	1	196.7333	818.1333	15238.13	1.195	4
1.20	11.05	1	191.5333	1009.667	15429.67	1.210	5
1.50	10.75	1	186.3333	1196	15616.00	1.225	6
1.80	10.45	1	181.1333	1377.133	15797.13	1.239	7
2.10	10.15	1	175.9333	1553.067	15973.07	1.253	8

SF no 4

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	21.65	1	375.2667	375.2667	26814.27	1.338	1
0.30	21.35	1	370.0667	745.3333	27184.33	1.357	2

SF no 5

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	11.45	1	198.4667	198.4667	9235.77	1.124	1
0.30	11.15	1	193.2667	391.7333	9429.03	1.147	2
0.60	10.85	1	188.0667	579.8	9617.10	1.170	3
0.90	10.55	1	182.8667	762.6667	9799.97	1.192	4
1.20	10.25	1	177.6667	940.3333	9977.63	1.214	5
1.50	9.95	1	172.4667	1112.8	10150.10	1.235	6
1.80	9.65	1	167.2667	1280.067	10317.37	1.255	7

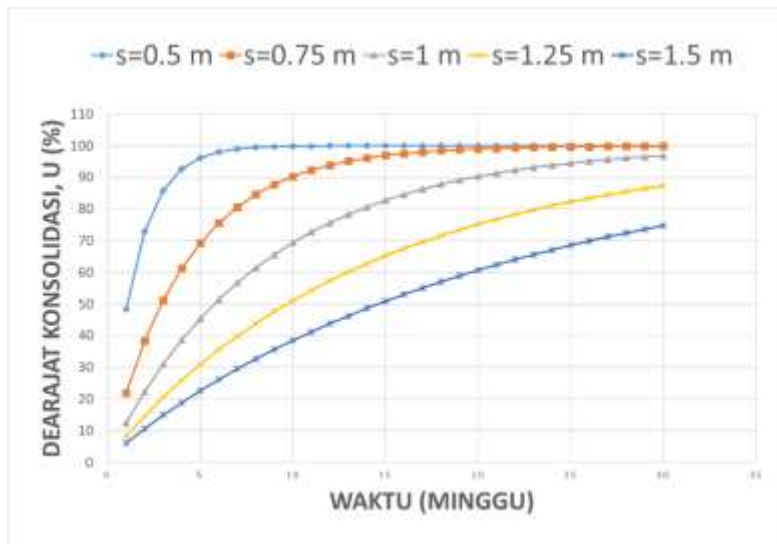
Zona 3 h rencana= 7,3m, h initial = 9m

akibat timbunan																				
Kedalaman H	Tebal lapisan	z	e	Cc	Cs	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\Delta \sigma$	$2\Delta \sigma$	$\gamma_{sat}$	$\gamma'$	$\gamma' * H$	$\gamma' * H_{kum}$	$\sigma^0$	$\sigma^c$	OCR	NC/OC soil	$\Delta \sigma + \sigma^0$	Sc	$\Sigma Sc$
						°	°					t/m2	t/m3					t/m3		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 - 1	1	0.5	2.380	0.970	0.180	1.415	87.634	8.100	16.200	1.600	0.600	0.600	0.600	0.300	2.300	7.67	OC Soil	16.500	0.293	0.293
1 - 2	1	1.5	2.380	0.970	0.180	4.214	82.933	8.098	16.196	1.600	0.600	0.600	1.200	0.900	2.900	3.22	OC Soil	17.096	0.248	0.541
2 - 3	1	2.5	2.380	0.970	0.180	6.926	78.326	8.092	16.183	1.600	0.600	0.600	1.800	1.500	3.500	2.33	OC Soil	17.683	0.221	0.762
3 - 4	1	3.5	2.380	0.970	0.180	9.500	73.867	8.078	16.156	1.600	0.600	0.600	2.400	2.100	4.100	1.95	OC Soil	18.256	0.202	0.964
4 - 5	1	4.5	1.250	0.430	0.100	11.897	69.600	8.055	16.109	1.900	0.900	0.900	3.300	2.850	4.850	1.7	OC Soil	18.959	0.123	1.087
5 - 6	1	5.5	1.250	0.430	0.100	14.089	65.556	8.020	16.041	1.900	0.900	0.900	4.200	3.750	5.750	1.53	OC Soil	19.791	0.111	1.198
6 - 7	1	6.5	0.950	0.350	0.090	16.059	61.756	7.975	15.950	2.000	1.000	1.000	5.200	4.700	6.700	1.43	OC Soil	20.650	0.095	1.293
7 - 8	1	7.5	0.950	0.350	0.090	17.801	58.208	7.918	15.835	2.000	1.000	1.000	6.200	5.700	7.700	1.35	OC Soil	21.535	0.086	1.379
8 - 9	1	8.5	0.950	0.350	0.090	19.318	54.913	7.850	15.699	2.000	1.000	1.000	7.200	6.700	8.700	1.3	OC Soil	22.399	0.079	1.458
9 - 10	1	9.5	0.950	0.350	0.090	20.620	51.864	7.771	15.542	2.000	1.000	1.000	8.200	7.700	9.700	1.26	OC Soil	23.242	0.073	1.531
10 - 11	1	10.5	0.950	0.350	0.090	21.720	49.050	7.683	15.367	2.000	1.000	1.000	9.200	8.700	10.700	1.23	OC Soil	24.067	0.067	1.598
11 - 12	1	11.5	0.950	0.350	0.090	22.634	46.456	7.587	15.175	2.000	1.000	1.000	10.200	9.700	11.700	1.21	OC Soil	24.875	0.063	1.661
12 - 13	1	12.5	0.950	0.350	0.090	23.379	44.068	7.485	14.969	2.000	1.000	1.000	11.200	10.700	12.700	1.19	OC Soil	25.669	0.058	1.719
13 - 14	1	13.5	0.950	0.350	0.090	23.974	41.870	7.376	14.753	2.000	1.000	1.000	12.200	11.700	13.700	1.17	OC Soil	26.453	0.054	1.774

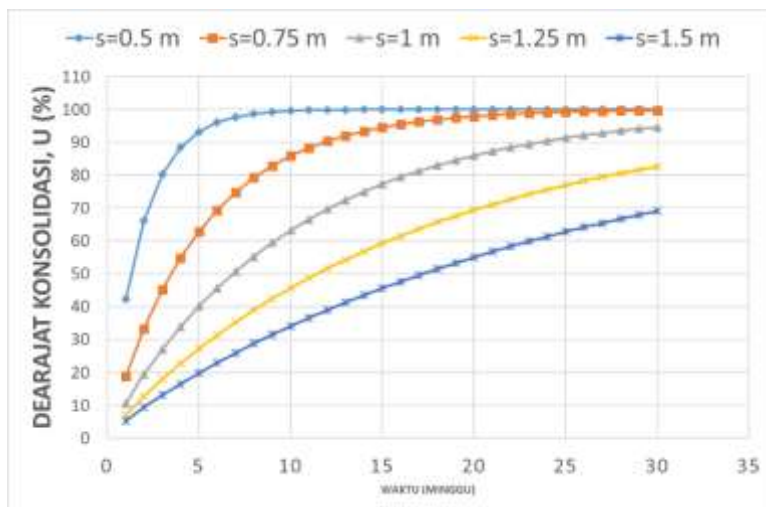
Kedalaman PVD yang ditanam(m)	Sc akibat PVD (m)	sc n tahun kemudian (sc yang tidak dicapai PVD) (m)	rate of settlement (cm per tahun)
0	0	0.311	10.38
1	0.293	0.260	8.67
2	0.541	0.216	7.21
3	0.762	0.178	5.92
4	0.964	0.142	4.74
5	1.087	0.120	4.02
6	1.198	0.101	3.37
7	1.293	0.084	2.81
8	1.379	0.069	2.31
9	1.458	0.055	1.85
10	1.531	0.043	1.42
11	1.598	0.031	1.03
12	1.661	0.020	0.66
13	1.719	0.010	0.32
14	1.774	0.000	0.00

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan	Cv (cm <sup>2</sup> /det)	√Cv	H/√Cv	Cv gab (cm <sup>2</sup> /det)	Cv gab (cm <sup>2</sup> /tahun)
1	1	0.00020	0.014142	70.71	0.00038541	12154.4
2	1	0.00020	0.014142	70.71		
3	1	0.00020	0.014142	70.71		
4	1	0.00020	0.014142	70.71		
5	1	0.00070	0.026458	37.80		
6	1	0.00070	0.026458	37.80		
7	1	0.00090	0.03	33.33		
8	1	0.00090	0.03	33.33		
9	1	0.00090	0.03	33.33		





Pola segitiga



pola segiempat

$\Sigma \alpha_p'$	Kedalaman			PI	Cu lama	pek tanah asli (rumus (Ardana & Mochtar)	Cu tanah asli pakai	Cu baru (Ardana & Mochtar)
kg/cm2	(m)			%	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
1.650	0	-	1	40	0.050	0.077	0.077	0.281
1.710	1	-	2	40	0.050	0.085	0.085	0.288
1.768	2	-	3	40	0.050	0.093	0.093	0.296
1.826	3	-	4	40	0.050	0.100	0.100	0.303
1.896	4	-	5	40	0.200	0.109	0.200	0.312
1.979	5	-	6	40	0.200	0.121	0.200	0.322
2.065	6	-	7	40	0.400	0.133	0.400	0.333
2.154	7	-	8	40	0.400	0.145	0.400	0.344
2.240	8	-	9	40	0.400	0.158	0.400	0.355

Hasil geostudio							Perhitungan		
No	SF geostudio	MR (kN.m)	MD (kN.m)	titik pusat		R m	SF	MR	$\Delta$ MR (kN.m)
				X	Y		rencana	rencana	
1	1.01	7200.4	7166.2	20.9	7.9	12	1.25	8957.75	1757.35
2	1.04	11282	10808	19.8	8	13.8	1.25	13510	2228
3	1.08	19170	17798	20.9	12.8	18.7	1.25	22247.5	3077.5
4	1.2	23081	19284	21.6	13	19.4	1.25	24105	1024
5	1.03	7511.5	7325.4	20.8	7.9	12.1	1.25	9156.75	1645.25

SF no 1

H	Ti	Jumlah	$\Delta$ MR	$\Delta$ MR kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	9.36	1	162.24	162.24	7362.64	1.027	1
0.30	9.06	1	157.04	319.28	7519.68	1.049	2
0.60	8.76	1	151.84	471.12	7671.52	1.071	3
0.90	8.46	1	146.64	617.76	7818.16	1.091	4
1.20	8.16	1	141.44	759.2	7959.60	1.111	5
1.50	7.86	1	136.24	895.44	8095.84	1.130	6
1.80	7.56	1	131.04	1026.48	8226.88	1.148	7
2.10	7.26	1	125.84	1152.32	8352.72	1.166	8
2.40	6.96	1	120.64	1272.96	8473.36	1.182	9
2.70	6.66	1	115.44	1388.4	8588.80	1.199	10
3.00	6.36	1	110.24	1498.64	8699.04	1.214	11
3.30	6.06	1	105.04	1603.68	8804.08	1.229	12
3.60	5.76	1	99.84	1703.52	8903.92	1.242	13
3.90	5.46	1	94.64	1798.16	8998.56	1.256	14

## SF no 2

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	9.46	1	163.9733	163.9733	11445.97	1.059	1
0.30	9.16	1	158.7733	322.7467	11604.75	1.074	2
0.60	8.86	1	153.5733	476.32	11758.32	1.088	3
0.90	8.56	1	148.3733	624.6933	11906.69	1.102	4
1.20	8.26	1	143.1733	767.8667	12049.87	1.115	5
1.50	7.96	1	137.9733	905.84	12187.84	1.128	6
1.80	7.66	1	132.7733	1038.613	12320.61	1.140	7
2.10	7.36	1	127.5733	1166.187	12448.19	1.152	8
2.40	7.06	1	122.3733	1288.56	12570.56	1.163	9
2.70	6.76	1	117.1733	1405.733	12687.73	1.174	10
3.00	6.46	1	111.9733	1517.707	12799.71	1.184	11
3.30	6.16	1	106.7733	1624.48	12906.48	1.194	12
3.60	5.86	1	101.5733	1726.053	13008.05	1.204	13
3.90	5.56	1	96.37333	1822.427	13104.43	1.212	14
4.20	5.26	1	91.17333	1913.6	13195.60	1.221	15
4.50	4.96	1	85.97333	1999.573	13281.57	1.229	16
4.80	4.66	1	80.77333	2080.347	13362.35	1.236	17
5.10	4.36	1	75.57333	2155.92	13437.92	1.243	18
5.40	4.06	1	70.37333	2226.293	13508.29	1.250	19

## SF no 3

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	14.26	1	247.1733	247.1733	19417.17	1.091	1
0.30	13.96	1	241.9733	489.1467	19659.15	1.105	2
0.60	13.66	1	236.7733	725.92	19895.92	1.118	3
0.90	13.36	1	231.5733	957.4933	20127.49	1.131	4
1.20	13.06	1	226.3733	1183.867	20353.87	1.144	5
1.50	12.76	1	221.1733	1405.04	20575.04	1.156	6
1.80	12.46	1	215.9733	1621.013	20791.01	1.168	7
2.10	12.16	1	210.7733	1831.787	21001.79	1.180	8
2.40	11.86	1	205.5733	2037.36	21207.36	1.192	9
2.70	11.56	1	200.3733	2237.733	21407.73	1.203	10
3.00	11.26	1	195.1733	2432.907	21602.91	1.214	11
3.30	10.96	1	189.9733	2622.88	21792.88	1.224	12
3.60	10.66	1	184.7733	2807.653	21977.65	1.235	13
3.90	10.36	1	179.5733	2987.227	22157.23	1.245	14
4.20	10.06	1	174.3733	3161.6	22331.60	1.255	15

## SF no 4

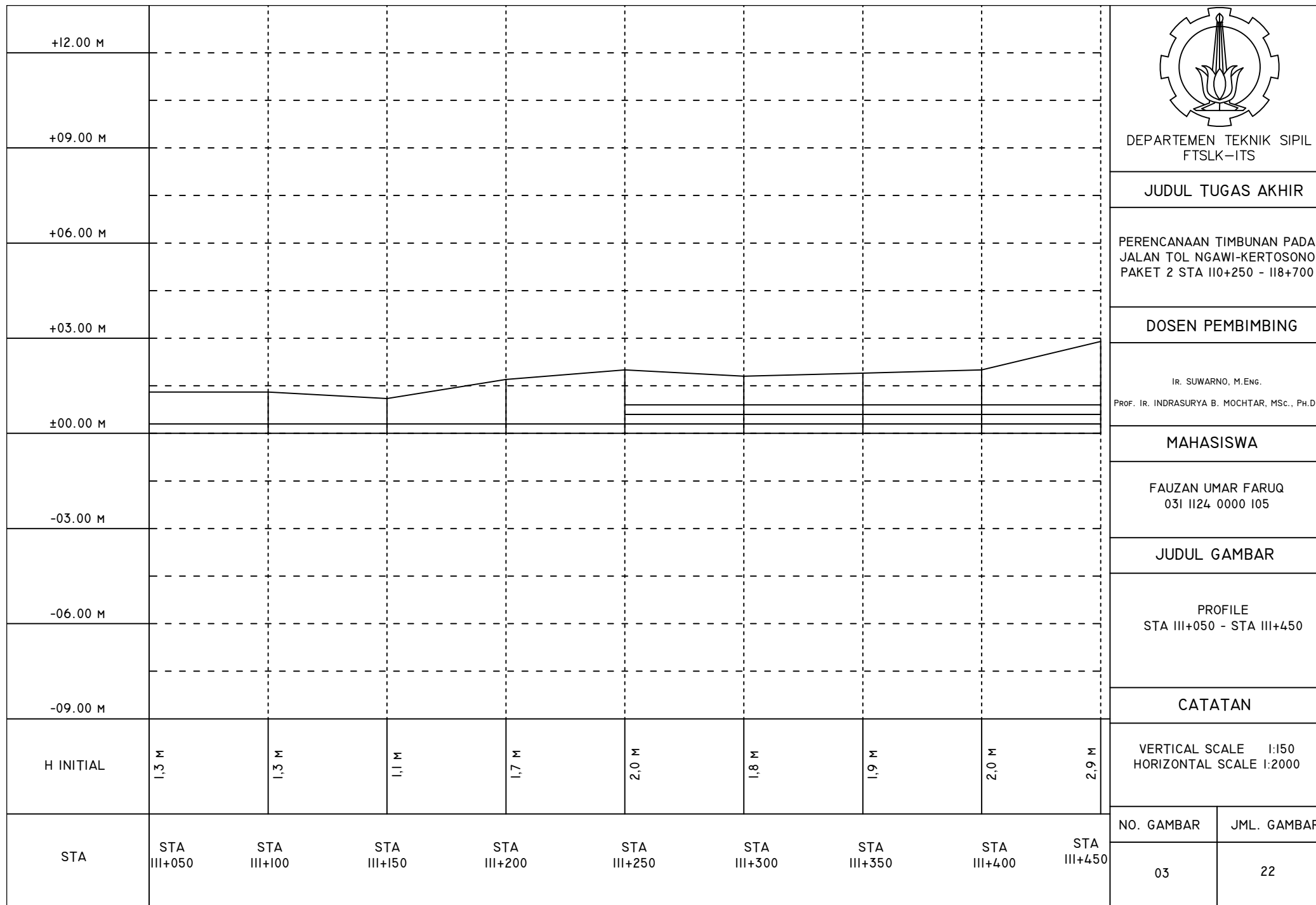
H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	14.46	1	250.64	250.64	23331.64	1.210	1
0.30	14.16	1	245.44	496.08	23577.08	1.223	2
0.60	13.86	1	240.24	736.32	23817.32	1.235	3
0.90	13.56	1	235.04	971.36	24052.36	1.247	4

## SF no 5

H	Ti	Jumlah	$\Delta MR$	$\Delta MR$ kum	M tahan	SF	jumlah
(m)	(m)	rangkap	(kNm)	(kNm)	(kNm)		lapis
0.00	9.36	1	162.24	162.24	7673.74	1.048	1
0.30	9.06	1	157.04	319.28	7830.78	1.069	2
0.60	8.76	1	151.84	471.12	7982.62	1.090	3
0.90	8.46	1	146.64	617.76	8129.26	1.110	4
1.20	8.16	1	141.44	759.2	8270.70	1.129	5
1.50	7.86	1	136.24	895.44	8406.94	1.148	6
1.80	7.56	1	131.04	1026.48	8537.98	1.166	7
2.10	7.26	1	125.84	1152.32	8663.82	1.183	8
2.40	6.96	1	120.64	1272.96	8784.46	1.199	9
2.70	6.66	1	115.44	1388.4	8899.90	1.215	10
3.00	6.36	1	110.24	1498.64	9010.14	1.230	11
3.30	6.06	1	105.04	1603.68	9115.18	1.244	12
3.60	5.76	1	99.84	1703.52	9215.02	1.258	13

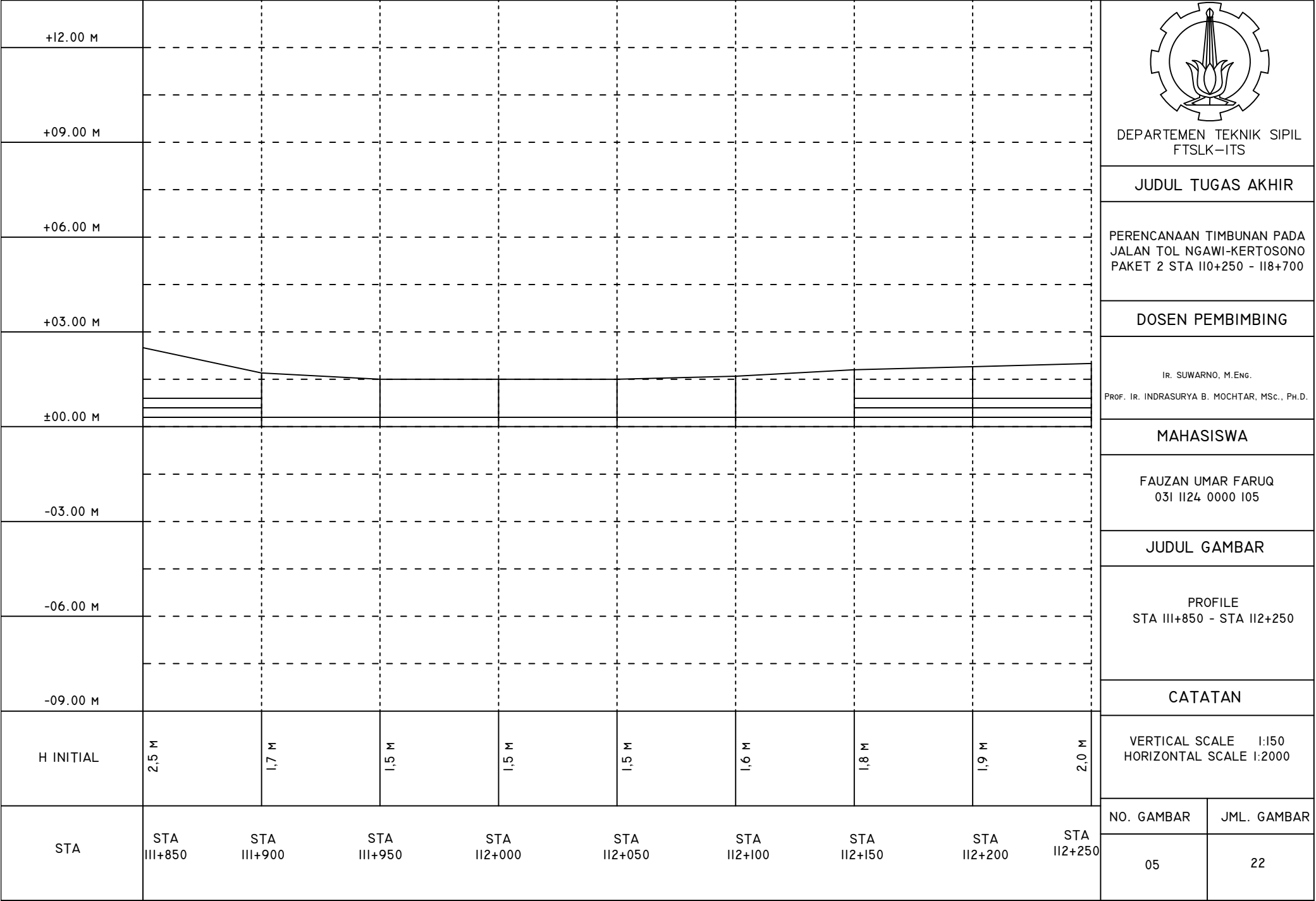


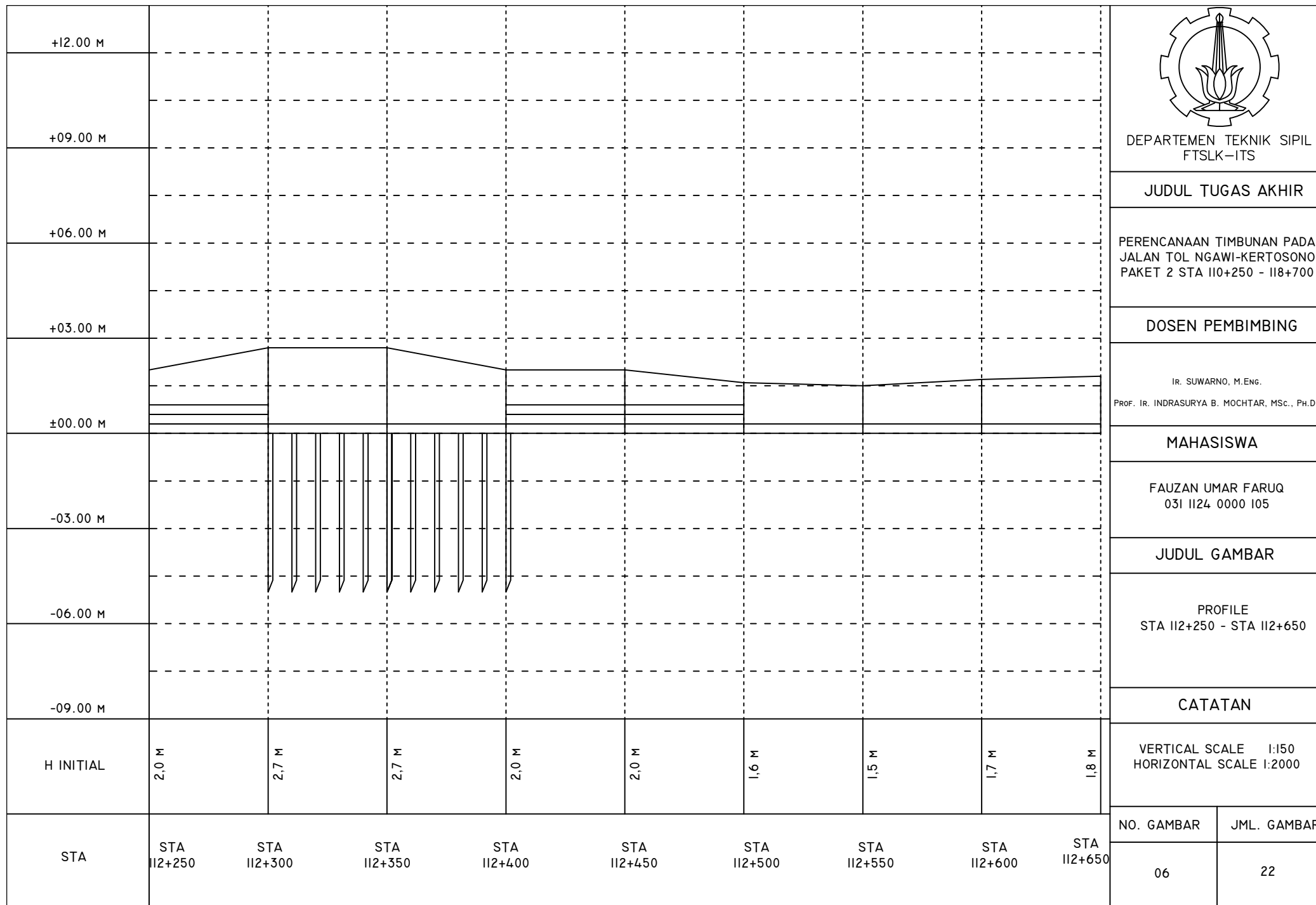


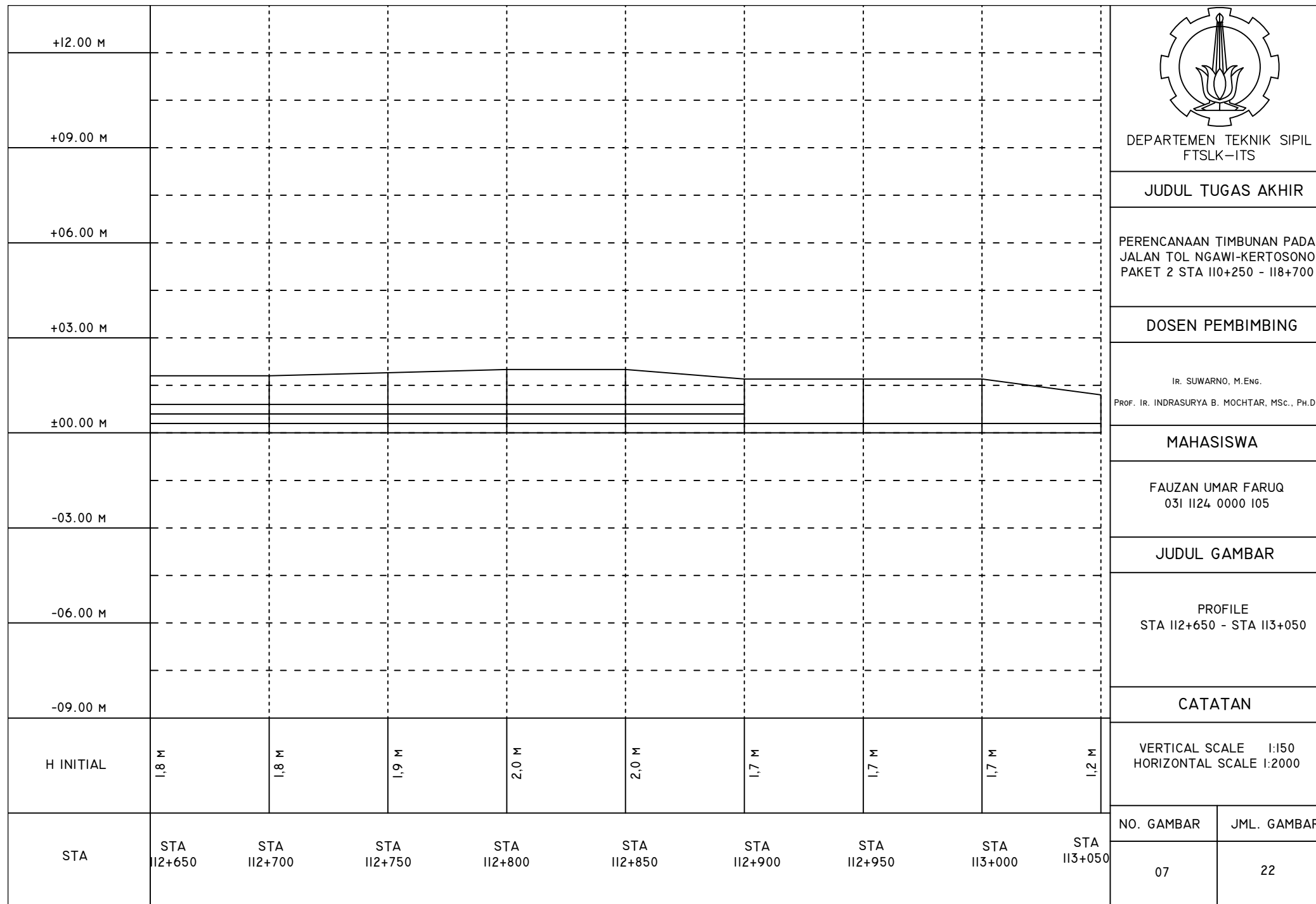




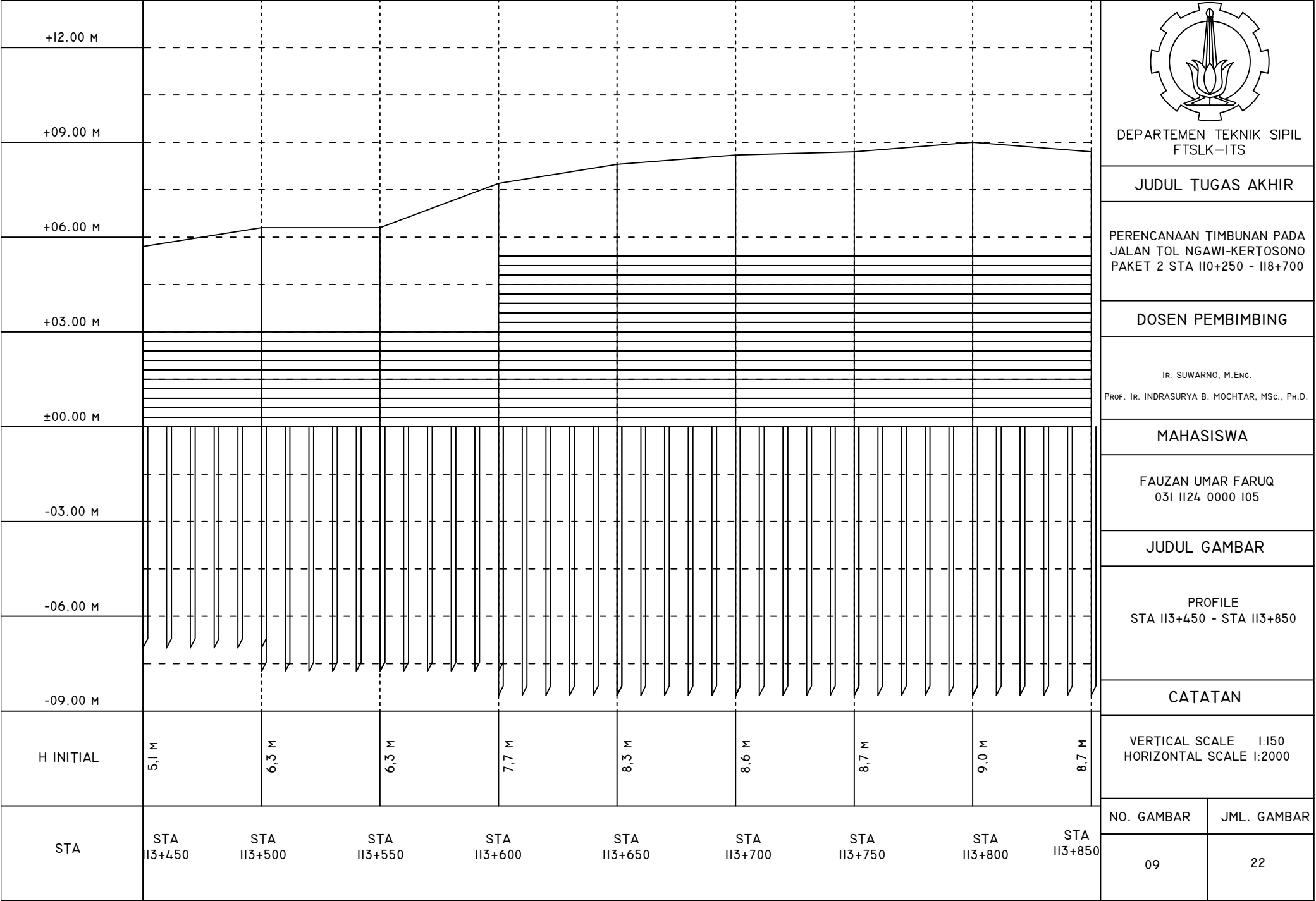




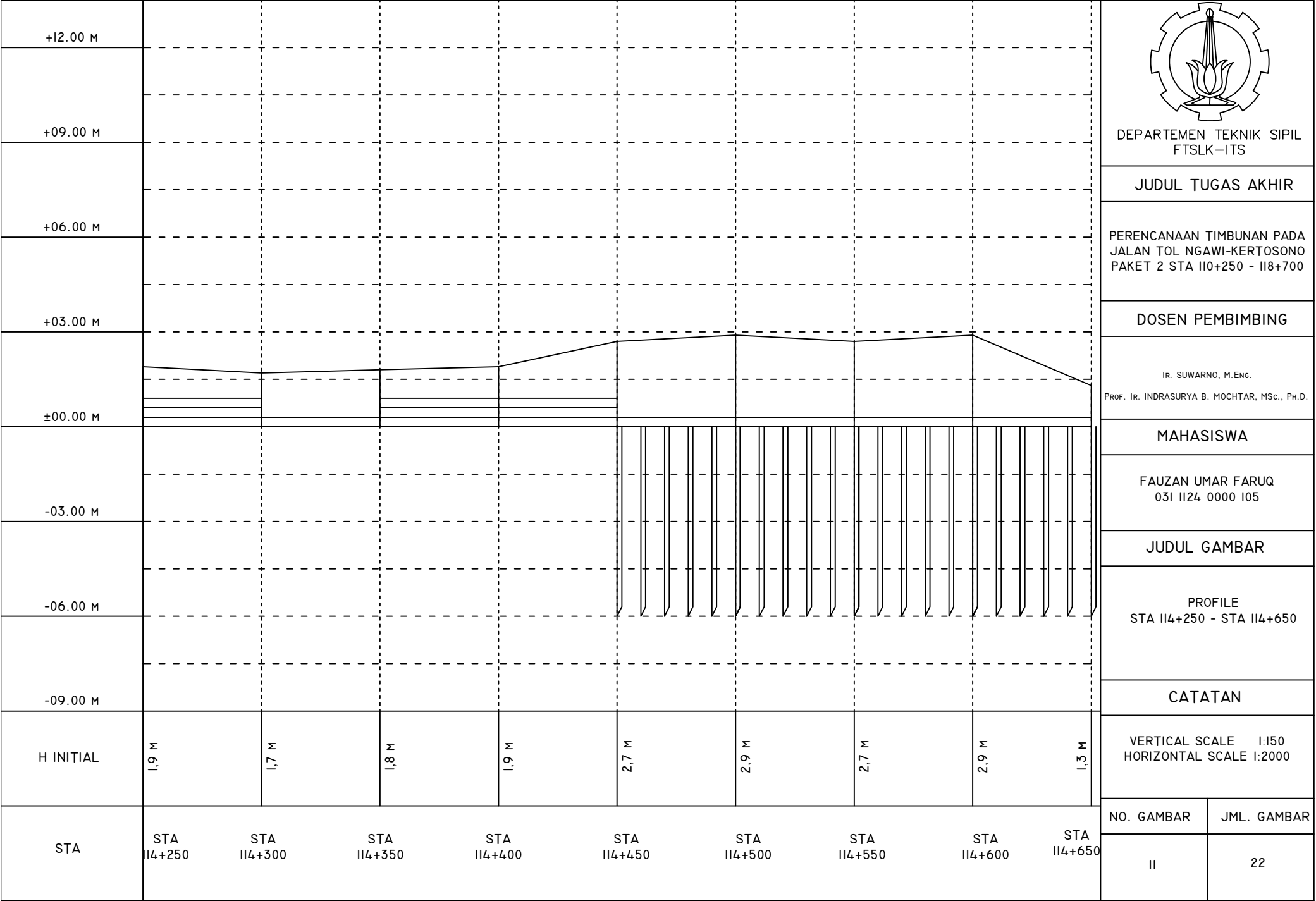


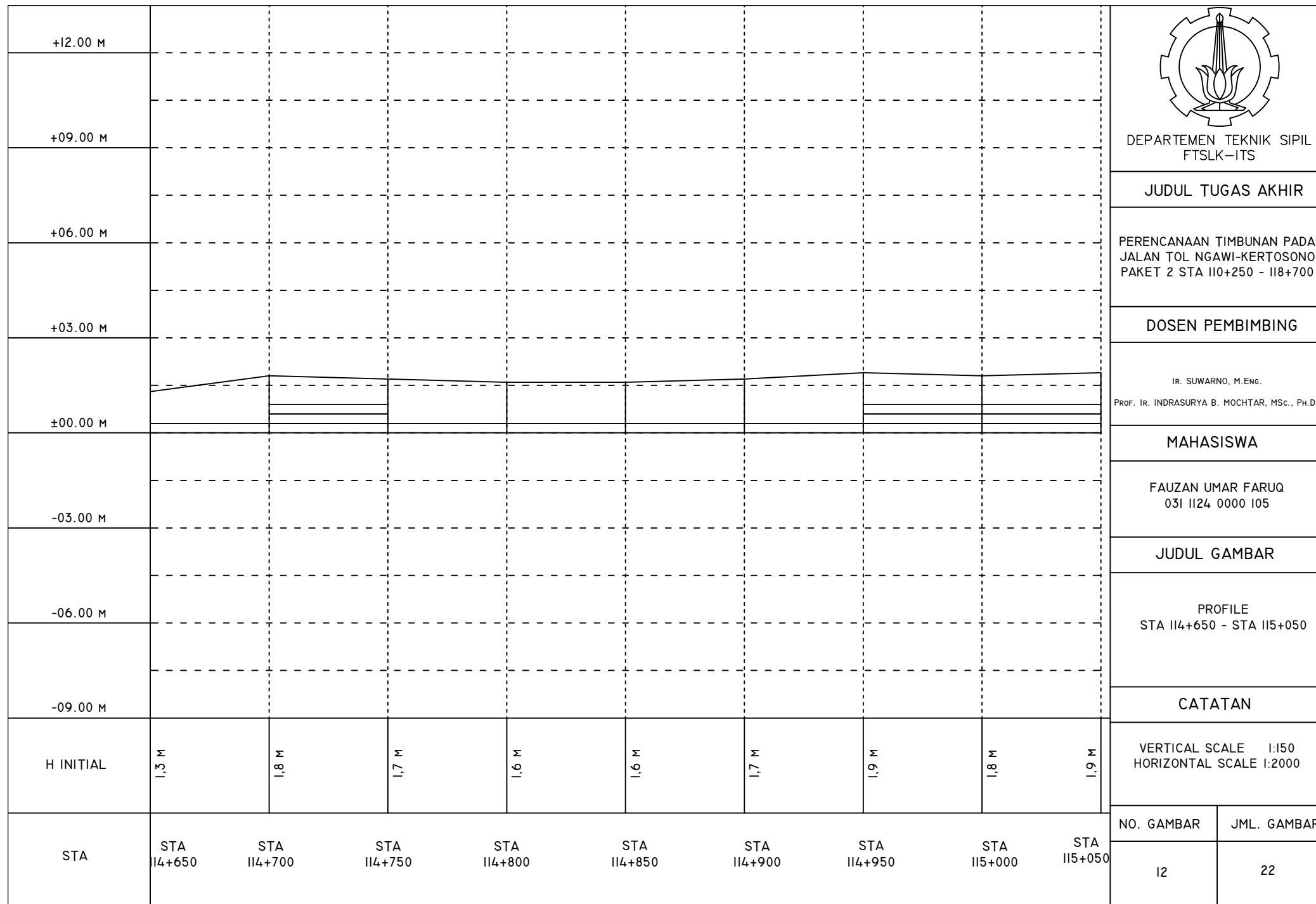




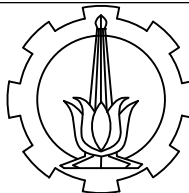


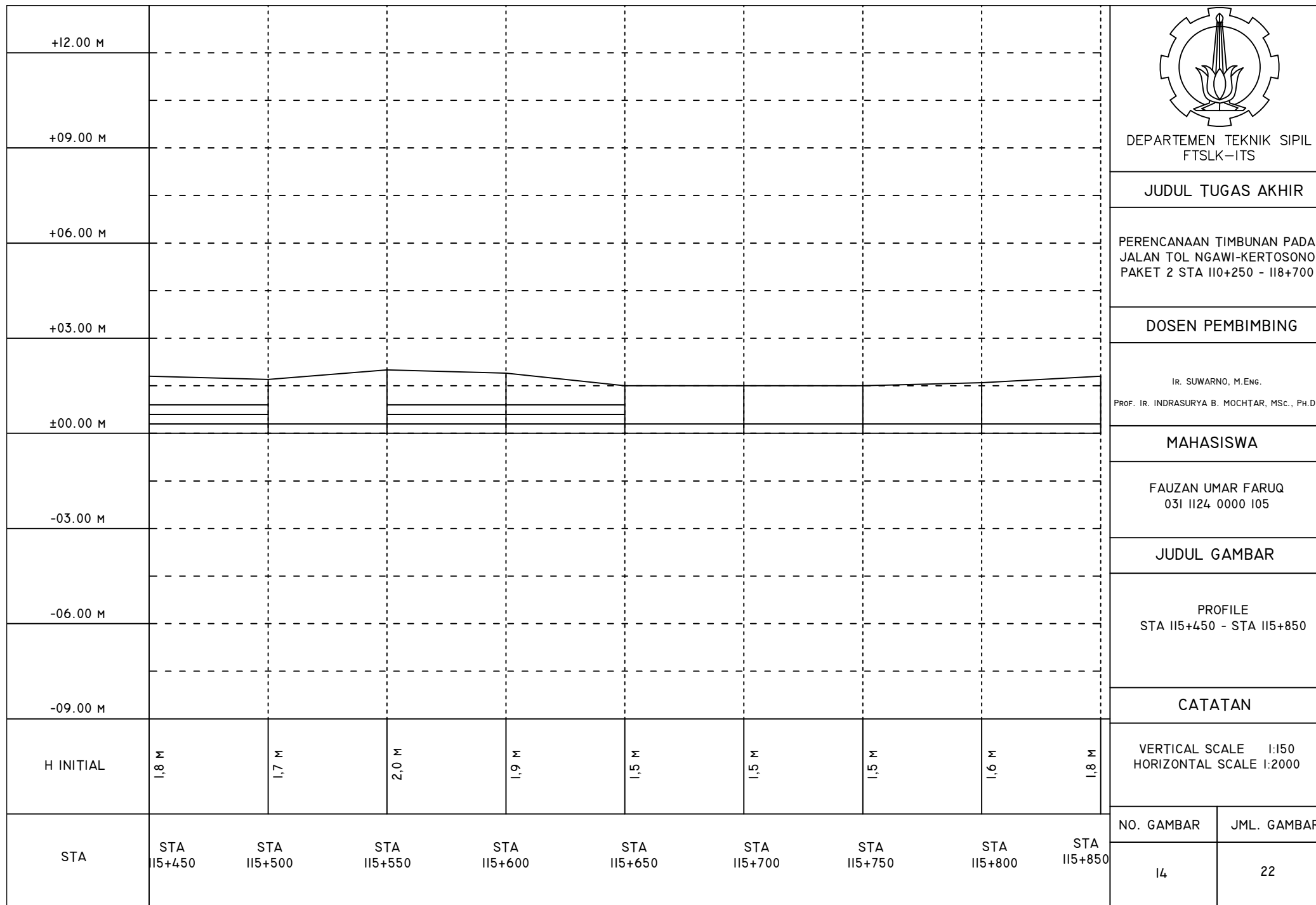


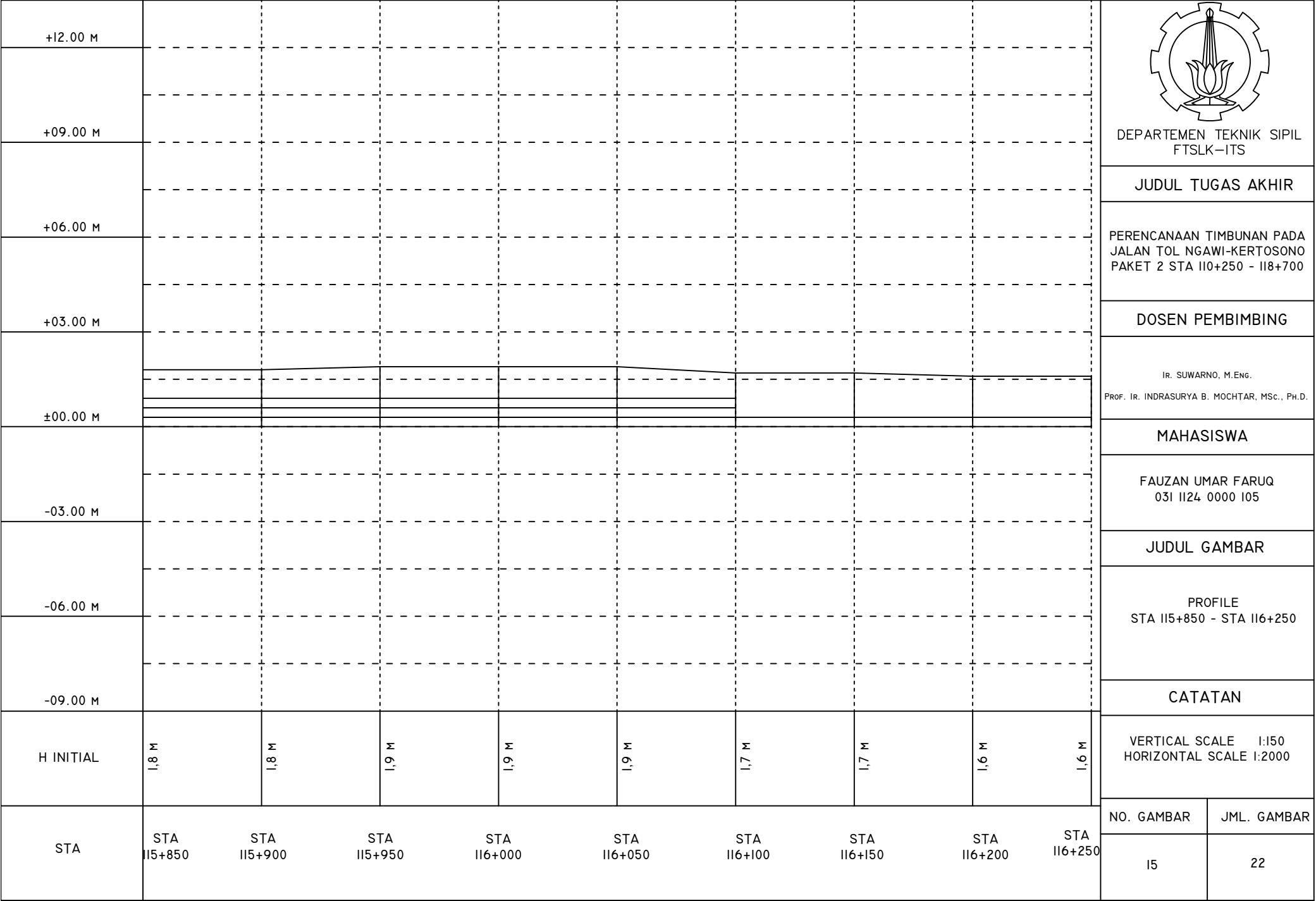


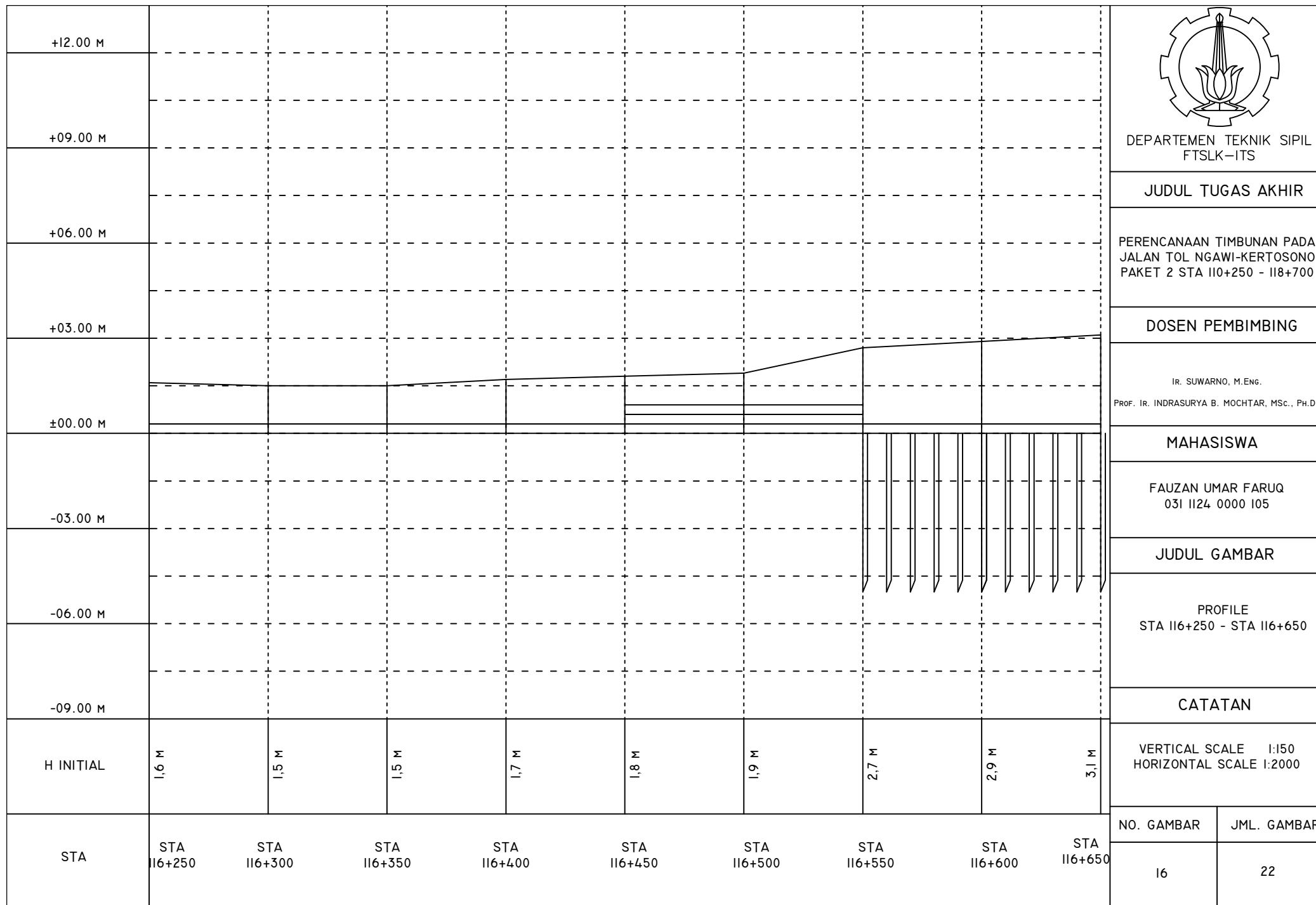


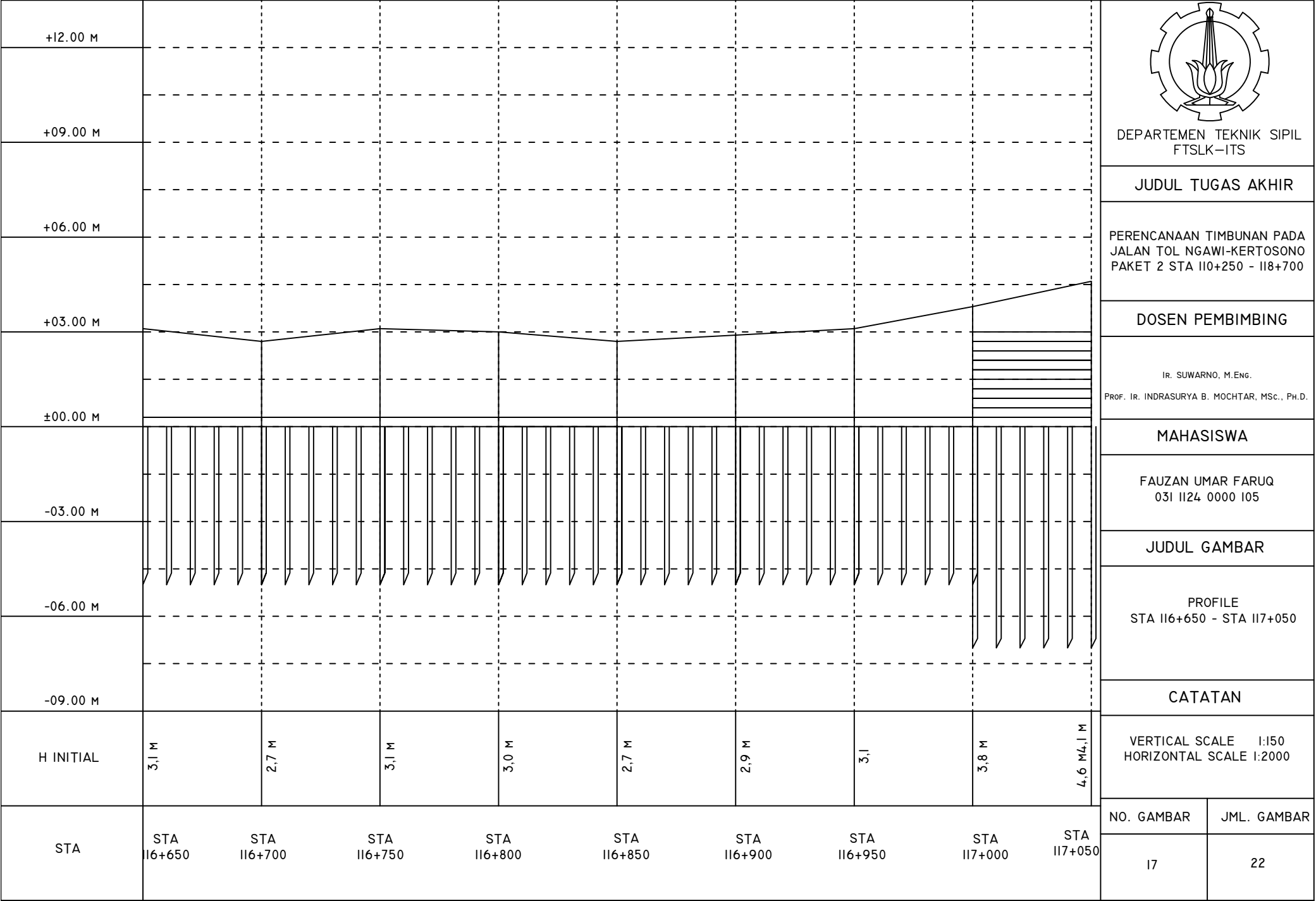


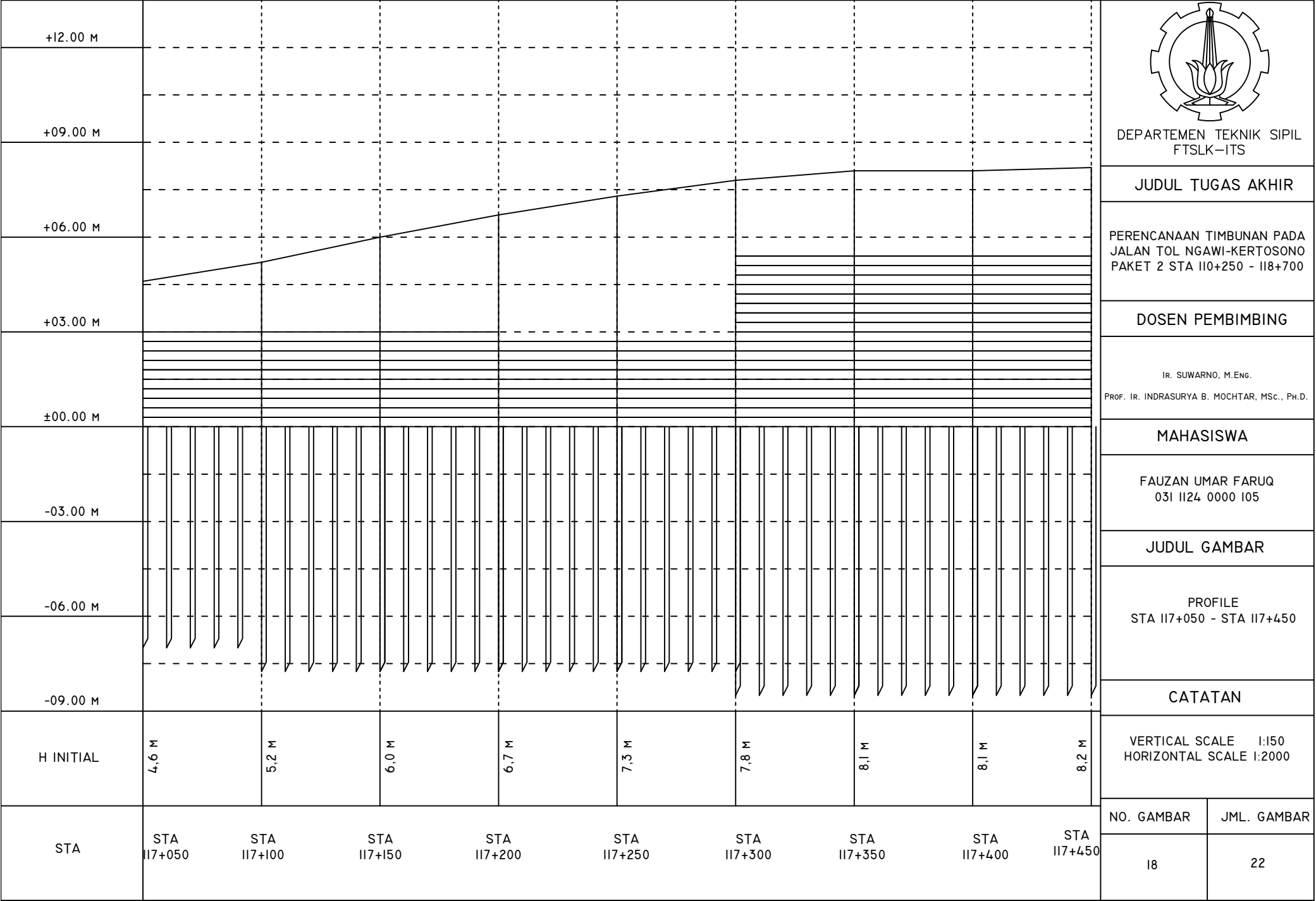
+12.00 M											<div></div> <div>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK-ITS</div> <div>JUDUL TUGAS AKHIR</div> <div>PERENCANAAN TIMBUNAN PADA JALAN TOL NGAWI-KERTOSONO PAKET 2 STA 110+250 - 118+700</div> <div>DOSEN PEMBIMBING</div> <div>IR. SUWARNO, M.Eng. Prof. IR. INDRASURYA B. MOCHTAR, MSc., Ph.D.</div> <div>MAHASISWA</div> <div>FAUZAN UMAR FARUQ 031 1124 0000 105</div> <div>JUDUL GAMBAR</div> <div>PROFILE STA 115+050 - STA 115+450</div> <div>CATATAN</div> <div>VERTICAL SCALE 1:150 HORIZONTAL SCALE 1:2000</div>
+09.00 M											
+06.00 M											
+03.00 M											
+00.00 M											
-03.00 M											
-06.00 M											
-09.00 M											
H INITIAL	1,9 M	2,0 M	1,9 M	1,9 M	1,9 M	1,8 M	1,8 M	1,8 M	1,8 M		
STA	STA 115+050	STA 115+100	STA 115+150	STA 115+200	STA 115+250	STA 115+300	STA 115+350	STA 115+400	STA 115+450		
										NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
										13	22



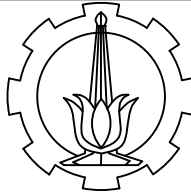










+12.00 M										<div></div> <div>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK—ITS</div>
+09.00 M										
+06.00 M										
+03.00 M										
±00.00 M										
-03.00 M										
-06.00 M										
-09.00 M										
H INITIAL	1,8 M	1,8 M	1,8 M	1,9 M	1,9 M	2,0 M	2,0 M	2,0 M	2,0 M	<div>JUDUL TUGAS AKHIR</div> <div>PERENCANAAN TIMBUNAN PADA JALAN TOL NGAWI-KERTOSONO PAKET 2 STA 110+250 - 118+700</div> <div>DOSEN PEMBIMBING</div> <div>IR. SUWARNO, M.Eng. Prof. IR. INDRASURYA B. MOCHTAR, MSc., Ph.D.</div> <div>MAHASISWA</div> <div>FAUZAN UMAR FARUQ 031 1124 0000 105</div> <div>JUDUL GAMBAR</div> <div>PROFILE STA 117+250 - STA 118+250</div> <div>CATATAN</div> <div>VERTICAL SCALE 1:150 HORIZONTAL SCALE 1:2000</div>
STA	STA 117+850	STA 117+900	STA 117+950	STA 118+000	STA 118+050	STA 118+100	STA 118+150	STA 118+200	STA 118+250	<div>NO. GAMBAR</div> <div>20</div> <div>JML. GAMBAR</div> <div>22</div>





